



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>





Digitized by Google

~~67-4.~~

33-4-in^o. 9079

9^a 9079

NAT.

FA 2657

52

N 45 i

PHILOSOPHIÆ

C-10.954
NEWTONIANÆ

INSTITUTIONES.

P A R S II.

R
174949



Biblioteca de
Ciencias

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ПО МАТЕМАТИКЕ
ИНСТИТУТА

Л. С. Я. З.



PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ INSTITUTIONES.



L I B R I I V .

Pars I. De Aëre & aliis Fluidis
Elasticis.

C A P U T I .

Aërem Fluidorum Proprietates habere



fluida, quæ à nobis in Libro III. 779.
fuere perpenſa, partes habent
contiguas, parum cohærentes,
ſed inter quas tamen exigua quæ-
dam cohæſio obſervatur. Fluida
hæc compreſſione in minus ſpatium non re-
ducuntur; ſaltem, ſi diminutio ſpatii detur,
ita exigua eſt, ut, in compreſſione magnâ qua-
cunque, huc uſque Experimentis detegi non

Tom. II.

R

po.

potuerit; quæ enim in quibusdam talem diminutionem indicare videntur, facile alii causæ tribui possunt. Fluida illa hanc quoque habent proprietatem, vasis superius apertis continentur.

780. Alia autem dantur Fluida, quæ ab omni parte cohibenda sunt ne effluant; spatiumque majus, aut minus, occupant, pro ut majori, aut minori vi comprimuntur: Elastica hæc dicuntur, & inter hæc Aër, quo Tellus tegitur, primum occupat locum. De hoc nunc agam, & ante omnia demonstrabo hunc inter Fluida esse referendum.

De ipso Aëre jam sæpius locuti sumus, cum in hoc vivamus, & hoc semper circumdemur, in multis Experimentis, ut monuimus, ad illius effectum attendendum fuit, nunc autem ipsius proprietates singulatim examinandæ veniunt.

781. Aërem vocamus Fluidum quod Telluris superficiem obtegit, ipsamque Tellurem ab omni parte cingit.

Fluido autem Tellurem circumdari constat, observamus enim Corpore hanc tegi quod grave est, cujus partes impressioni cuiusque cedunt, & facillimè moventur inter se, quod premit pro altitudine suâ, & cujus pressio omnes partes versùs est æqualis.

782. Plerique Aërem vocant Fluidum quodcunque elasticum; alii affirmant in Aëre, qui Tellurem tegit, innumera permixta dari quæ ad Aërem non pertinent; & idèò huic nullas tribuendas esse Proprietates præter illas, quæ,
se-

separatis his omnibus extraneis, ipsi compe-
terent.

Nos autem distinctè explicavimus quid per
Aërem intelligamus (781.); ipsum nempe hoc
Fluidum mixtum, quo Tellus circumdatur.
Pro partibus extraneis illas tantum habemus,
quæ crassiores sunt, & ad Fluidi partes re-
ferri non possunt, sed in Fluido natant.

DEFINITIO I.

Omnis Aër, quo Terra circumdatur, simul 783.
consideratus, vocatur Telluris Atmosphæra, aut
simpliciter Atmosphæra.

DEFINITIO 2.

Aëris altitudo supra Terræ superficiem voca- 784.
tur Atmosphære altitudo.

Ubique in Telluris superficie Corpus dari, 785.
quamvis ipsius partes plerumque visum fu-
giant, Experimento detegitur (16.).

Hoc impressioni cuicunque cedere, & ipsius 786.
partes facile moveri, à nemine in dubium vo-
cari potest.

Grave esse probatur, quia in cæterorum 787.
Fluidorum superficies premit, hæcque in tu-
bis sustinet.

Detur tubus vitreus AB, longitudinis cir- TAB. VII.
citer trium pedum, & cujus cavitatis diame- fig. 4
ter sit quartæ partis unius pollicis; si extre-
mitas A obturetur, & tubus mercurio re-
pleatur, alteraque extremitas vase V, mer-
curium continenti, immergatur, mercurius
sustinebitur ad altitudinem circiter viginti no-
vem pollicum (Exp.).

Tribuendus est hicce effectus pressioni Aë-
ris in superficiem mercurii in vase, quæ ubi-

que æqualiter premi non potest, nisi in tubo, cui Aër nullus inest, mercurii columna detur, quæ æqualiter cum Aëre exteriori premit (530.). Tubus hic Torricellianus dicitur; à primo qui hoc exp. demonstravit Torricelli.

788. Ne mutetur hæc pressio, quando tubus inclinatur, eandem mercurius servat altitudinem verticalem (533.) (*Exp.*).

789. Hæc eadem Aëris pressio sustinet aquam in vitro, quod aqua immergitur & hac repletur, deinde extrahitur, orificio manente immerso (*Exp.*).

Eodem modo aqua sustineretur, licet vitri altitudo triginta & duos pedes æquaret. Hydrargyrum enim gravitate sua specificâ fere decies & quater superat aquæ gravitatem specificam, & columna aquea, triginta & duos pedes excedens, æqualiter cum mercurii columnâ viginti novem pollicum premit, quæ pressio Atmosphæræ pressioni æquipollet.

790. *Pressionem Aëris ab hujus altitudine pendere,* ex dictis facillimè deduci potest; sed immediate probatur, transferendo tubum Torricellianum memoratum in locum elatum, nam circiter octavâ parte unius pollicis descendit mercurius pro altitudine centum pedum, ad quam Machina attollitur.

791. *Aërem omnes partes versùs æqualiter premere* ex eo patet, quod à Corporibus mollibus hujus pressio sine figuræ mutatione, & à fragilibus sine disruptione, sustineatur; quamvis hæc valeat pressionem columnæ mercurii viginti novem pollices, aut aquæ triginta duos

pe-

pedes altæ (789.); nil, præter præssionem æqualem ab omni parte, memorata Corpora intacta servare posse, quis non videt? hanc autem præssionem illud præstare constat (552. 553.). Sublato Aëre ab unâ parte, præssio in partem oppositam sensibilis est (*Exp.*).

CAPUT II.

De Aëris Elasticitate.

Cæterorum Fluidorum proprietates Aërem^{792.} habere vidimus; præter has peculiarem habet, potestque locum majorem aut minorem occupare, prout vi diversâ comprimitur: statim autem ac vis hæc minuitur, sese expandit. Propter analogiam hujus effectûs cum Corporum elasticitate, hæc Aëris proprietas hujus Elasticitas dicitur, & Fluida quæ hac ipsâ gaudent Elastica vocantur, ut jam monuimus.

Aërem posse comprimi Experimento jam memorato constat (16.).

Illum posse dilatari sequenti probatur. 794.

Detur tubus AB clausus in A, infundatur mercurius ita, ut in tubo Aër relinquatur, qui in statu Aëris exterioris occupet spatium *Al*; si tubi extremitas B mercurio immergatur, descendet mercurius ad *g*, ibique hærebit. Altitudo *ig* multum differt ab altitudine mercurii in tubo Aëre omnino vacuo, (*Exp.*)

Differentia hæc ponderi Aëris, in tubo in-

R 3

clu-

TAB. VIII.
fig. 51

clusi, non est adscribenda, nimium exiguum est hocce pondus, ut sensibilem differentiam producat: alii ergo causæ Aëris actio in mercurium tribuenda est.

Ex hoc Experimento hanc deducimus regulam; *Aërem sese ita dilatare, ut spatium ab hoc occupatum sit semper inversè ut vis quâ comprimitur.*

796. Vis, quâ Aër comprimitur in statu Aëris exterioris, est pondus totius Atmosphæræ, quod æquale est ponderi columnæ mercurii altitudinis *bf* (Fig. 4.); vis ergo hæc comprimens hac altitudine potest exprimi; spatium occupatum ab Aëre in tubo (Fig. 5.), quando tali vi comprimitur, est *Al*. At pressio Atmosphæræ duos exserit effectus, sustinet columnam mercurii *ig*, & Aërem in tubo reducit in spatio *gA*; si vis, quâ mercurius ad altitudinem *gi* sustinetur, subtrahatur ex pressione totius Atmosphæræ, id est, si altitudo *gi* ab altitudine *bf* auferatur, superest vis, quâ Aër in superiori parte tubi comprimitur. Hæc autem differentia altitudinum mercurii *bf* & *gi* est semper ad *bf*, ut cavitās *Al* ad cavitatem *Ag*: id est, vires sunt inversè ut spatia (*Exp.*).

797. Hæc eadem regula in Aëre compresso obtinet.

TAB. VIII.
fig. 6.

Detur tubus curvus *ABCD*, apertus in *A*, clausus in *D*, pars *BC* mercurio impleatur ita, ut pars *CD* Aërem contineat in eodem statu cum Aëre exteriori: vis ergo comprimens est columna mercurii, cujus altitudo est *bf*, (Fig. 4.) & per hanc altitudinem hæc
vis

vis ut in præcedenti Experimento designatur; spatium autem ab Aëre occupatum est CD. Tubo AB mercurius infundatur ut ad g peringat, Aër reducetur in spatio eD: vis comprimens nunc valet columnam mercurii altitudinis fg, ut & pressionem Aëris exterioris in superficiem g mercurii; vis hæc designatur per summam altitudinum fg in hac figurâ, & bf in fig. 4. Hæc summa est semper ad bf (fig. 4.) ut CD ad eD, iterumque vires sunt inversè ut spatia. (Exp.)

Aëris Elasticitas est ut hujus densitas; hæc 798. enim est inversè ut spatium ab Aëre occupatum (547.); & ideo ut vis Aërem comprimens (795.); quæ æqualis est illi quâ Aër conatur sese expandere (180.); hæc autem est hujus Elasticitas.

Ex hisce sequitur, Aërem in quo vivimus, 799. ad illam, quam in Telluris viciniis habet, densitatem reduci ex pressione Aëris superincumbentis, illumque magis aut minus comprimi pro majore aut minore Atmosphæræ pondere; ex quâ etiam causâ in apice montis minus densus est Aër quàm in valle, à minori enim pondere comprimitur.

Vis, quâ particule aëreæ sese mutuo fugiunt, 800. crescit in ratione in quâ distantia inter centra particularum, minuitur, id est, vis illa est inversè ut hæc distantia.

Quod ut demonstretur, considerentur duo TAB. VIII. cubi æquales A & B, inæquales Aëris quan-fig. 7. titates continentes; sint distantia inter centra particularum ut unum ad duo; in eâdem ratione, sed inversâ, erunt numeri particu-

larum in lineis *de* & *bi*. numeri particularum agentium in superficies *dg* & *bm* sunt ut unum ad quatuor, nempe ut quadrata numerorum particularum in lineis æqualibus; & ut horum numerorum cubi, scilicet ut unum ad octo, sunt Aëris quantitates in cubis contentæ; in quâ etiam ratione sunt vires comprimentes Aërem in cubis (795.). Vi-res agentes in superficies æquales *dg* & *bm* sunt ut vires quibus Aër comprimitur (180.): sunt etiam in ratione compositâ numerorum particularum agentium, & actionum singula-rum particularum; hæc ergo ratio compo-sita est ratio unius ad octo: rationum compo-nentium prima, ut dictum, est unius ad qua-tuor, quare necessario secunda est unius ad duo, quæ est ratio inversa distantiae inter par-ticulas. Hæcque demonstratio generalis est, nam unum & octo cubos quoscunque, unum & quatuor quadrata radicum cuborum, & tandem unum & duo ipsas radices in genere designare possunt.

Hæc demonstratio probat actionem, quam particulae continuo ab omni parte patiuntur, augeri in ratione in quâ distantia inter centra particularum minuitur.

Non tamen in particulas ad distantiam ad-modum sensibilem remotas alias particulas a-gere Experimenta demonstrant, quibus con-stitat, positâ eâdem Aëris densitate, non ibi majorem dari Elasticitatem, ubi major est Aëris quantitas.

801. *Effectus Elasticitatis Aëris similes sunt effecti-bus gravitatis; Aërque inclusus Elasticitate eo-dem*

dem modo quàm non inclusus [pondere suo agit.

Aër, à totius Atmosphæræ pondere gravatus, omnes partes versùs premit ex ipsâ naturâ Fluiditatis (531.), & vim quam exserit ab Elasticitate nullo modo pendere liquet; quia, hæc positâ aut sublatâ, vis illa, quæ à pondere Atmosphæræ oritur, & huic æqualis est, minimè mutari potest. Cùm verò Aër sit elasticus, pondere Atmosphæræ in tale spatium redigitur, ut Elasticitas, quâ renititur in pondus comprimens, hocce pondus æquet (180.). Elasticitas autem crescit & minuitur cum imminutâ aut auctâ distantia particularum (800.), & non interest utrùm pondere Atmosphæræ, an quocunque alio modo, Aër in certo spatio retineatur, in utroque casu eâdem cum vi sese expandere conatur, & omnes partes versùs premit. Idcirco si in Telluris viciniis Aër, servatâ huius densitate, includatur, inclusi pressio valebit totius Atmosphæræ pondus (*Exp.*).

Manente eâdem Aëris constitutione, prædicta semper locum habent; sed non immutabilis est hæc constitutio; *augetur sæpe aut* 802. *minuitur vis repellens particularum, licet distantia inter earum centra non mutetur*; de hac mutatione quædam in Capite sequenti dicam (807.); in parte sequenti huius Libri etiam videbimus *calore augeri Elasticitatem, frigore minui.*

CAPUT III.

De aliis Fluidis Elasticis.

Varia dantur Fluida, in quibus circa Aërem memoratam detegimus proprietatem, Elasticitatem.

Inter hæc Vapor notabilem occupat locum, de hoc agimus in Capite 8. hujus Libri.

803. *Fermentatione, Effervescentiâ, Putrefactione, & Combustione à Corporibus Fluida separantur elastica, diversa pro Corporum differentiâ (Exp.).*

804. *Ex innumeris Corporibus tale exit Fluidum ubi pressio Aëris externi minuitur aut tollitur (Exp.).*

805. *Quod etiam in quibusdam observatur, ubi tantum madefacta sunt (Exp.).* Quæ tamen Fluidi elastici generatio, cum illâ, quæ sublatâ Aëris pressione observatur, semper ad quandam ex memoratis (803.) generalioribus causis referri potest.

Fluida hæc omnia quantumvis diversa inter se, eodem nomine Aëris, si fortè Vaporem excipiamus, designantur plerumque. Cum
806. *verò Aër sit Fluidum hoc, quo Telluris tota superficies obtegitur, hic propriè loquendo est mixtum ex variis Fluidis elasticis, in quo natant Corpuscula innumera varii generis.*

Corpuscula hæc pro diversa suâ gravitate specificâ ad varias adscendunt altitudines (556. 557.). Etiam diversorum Corporum ex-

exhalationes, quæ Fluida sunt elastica, diversimodè in Aëre extolluntur : Unde deducimus, *Aërem in loco elato non tantum den-* 807.
siate differre cum Aëre inferiori.

Fluida elastica diversa diversas proprietates habere, in dubium non facilè vocari potest, quod etiam experimentis constat; effectus enim diversarum exhalationum differunt inter se.

Dum partes quæ, post separationem à Corporibus, Fluida efficiunt elastica in Corporibus hæ- 809.
rent, ad Fluida elastica non referri possunt, cohærent tunc partes inter se aut cum aliis Corporum partibus & vi repellente destituuntur.

Hac de causâ partes hæ spatium exiguum admodum occupant, collatum cum spatio quod replent, ubi Elasticitatem acquisivere, positâ compressione externâ æquâli in utroque casu.

Hæc clarè patent in illis Corporibus quæ 810.
integra in Fluidum elasticum convertuntur. Glacies Corpus solidum cujus partes cohærent primum in aquam, in qua cohæsiō minor est, deinde in Vaporem Fluidum elasticum convertitur; hoc spatium occupat ad minimum decies & quater millies superans spatium ab aquâ ante conversionem occupatum, & hoc quidem dum Vapor à pondere totius Atmosphæræ comprimitur, & in ipsis illis locis ex quibus Aërem excludit; hanc autem expansionem in immensum posse augeri, sublata Atmosphæræ pressione, quis non videt?

De aquâ quædam alia observabo; ab hac 811.
sine

sine sensibili hujus voluminis diminutione separari potest Fluidum elasticum; quæ calore, frigore, aut sublatâ Atmosphæræ pressione, fit separatio, hancque admodum subitanæam observamus; si subito omnis pressio tollatur (*Exp.*).

812. *Fluidum hoc elasticum ab Aëre, quo Telluris superficies tegitur, differt*; licet magnâ copiâ in Aëre detur, & plerumque pro Aëre habeatur.

813. Si enim phiala repleatur aquâ, ex quâ igne, aut aliter, omne Fluidum elasticum fuit expulsum, &, relicta exiguâ Aëris bullâ, invertatur phiala, aperturaque immergatur aquâ, vase quocunque contentâ, bulla hæc aërea. in tempore aliquot dierum, tota intrabit in aquam, & successivè eodem modo variæ bullæ ab aquâ quasi absorbentur. Sed respectu singularum hoc observandum, primo die partem multo majorem bullæ quàm diebus sequentibus intrare.

814. Ex hoc Experimento deducimus dari quasdam partes in Aëre, quæ aliis facilius in aquam intrant, ibique hærent.

Unde sequitur, dum aqua Aëri aperto exposita est, in ipsam majorem copiam penetrare illius materiæ, quæ facilius intrat, & Aërem, qui intravit, ab ipso Aëre externo differre. Observamus etiam magis hocce Fluidum imminutâ pressione sese dilatare quàm juxta regulam n. 795. Hujus autem Fluidi expansio immensa est.

Observavi bullam hujus Fluidi cujus Elasticitas trecenties tantum fuit imminuta, dum ipsa

ipsa decies & quinque millies fuit expansa
(Exp.).

Spatium autem admodum exiguum in ipsa⁸¹⁵ aquâ occupat, nam ut superius monui sine sensibili voluminis aquæ diminutione fit separatio, & memorat Mariotte experimentum, in quo elastica hæc materia, quæ calore ex aquâ fuerat expulsa, ubi calorem amiserat, & pondus totius Atmosphæræ sustinebat, occupavit spatium decuplum spatii ab ipsâ aquâ, quâ contenta fuerat, occupati.

Collatis hisce quis non videt, materiam hanc⁸¹⁶ variis centenis millibus vicium dilatari posse?

Ex quibus deducimus, *Fluidorum elastico-817. rum particulas* non esse ejusdem naturæ cum cæteris Corporibus elasticis; nam non possunt particulæ singulæ augeri, ut augetur integrum volumen, servatâ, in singulis gradibus expansionis, superficie, omnis inæqualitatis, aut anguli, experte; in omni enim expansione partes faciliè moventur inter se: unde sequitur particulas *se se mutuo non tangere, quamvis se se invicem repellant*, qualem particularum proprietatem superius jam memoravimus (40. 45.).

CAPUT IV.

*De Antliâ Pneumaticâ, & quibusdam
Machinis quarum Effectus ab
Aëre pendent.*

Aëris Elasticitas fundamentum est constru-⁸¹⁸
tionis Machinæ, quâ Aër ex vase ex-
Tom. II. S hau-

hauritur. *Antlia Pneumatica* vocatur, quæ variis modis construitur. In omnibus pars præcipua est cylindrus metallicus cavus, ab interiori parte politus; in hoc movetur embolus, exactissimè cum cylindri superficie interiori congruens, ne Aëri transitus ad latera detur. Fundo cylindri embolus applicatur, deinde attollitur hic, & ex cylindri cavitate Aër omnis excluditur. Si cum vase quocunque, per tubum in fundo cylindri, cavitas hæc communicationem habeat, Aër in vase sese expandet, & pro parte cylindrum intrabit ita, ut in cylindro & vase eandem habeat densitatem. Claudatur communicatio inter vas & cylindrum, Aërque ex cylindro ejiciatur, & embolus fundo applicetur. Si secundâ vice embolus attollatur, reserata communicatione inter cylindrum & vas memoratum, iterum Aëris densitas in vase minuetur; & repetito emboli motu tandem Aër in vase ad densitatem minimam reducetur. Aër tamen omnis hac methodo nunquam exhauriri potest: singulis enim vicibus Aër sese ita expandit, ut eandem in cylindro densitatem habeat ac in vase, in quo ideo semper Aër quidam superest.

819. Postquam autem quantum potest, repetitis operationibus, Elasticitas imminuta est, non ex hac de densitate judicium ferre debemus, ut in minoribus dilatationibus (798.): Hæcque Aëris superstitis Elasticitas non omni tempore eadem est, & dilatatione ipsius non sensibiliter minuitur (*Exp.*).

Antliæ omnes prædicta communia habent, in

in multis tamen differunt. Sed satis est hic explicasse quomodo ope Antliæ ex vase Aër exhauriatur.

Varia ope hujus Machinæ experimenta in-820.
stituuntur, quibus quæ de Aëris proprietatibus dicta sunt confirmantur & dilucidantur; ipsum pondus Aëris vase inclusi determinatur: multaque alia circa Aërem, notatu dignissima, deteguntur, & sub oculos ponuntur. (*Exp.*)

Multarum Machinarum effectus ab Aëre pendent, quorum explicatio ex dictis facile deducitur, quod uno aut altero exemplo illustrasse sufficiat.

Tubus curvus, cujus extremitas una aqua 821.
immergitur, dum extremitas altera, extra vas aquam continens, infra aquæ superficiem descendit. Si sugendo aut quocunque alio modo Aëre evâcuetur tubus, fluet aqua. Hæc Machina *Sipho* vocatur.

Hujus effectus ex pressione Aëris oritur; qui aquam in Siphonem pellit, premens in superficiem aquæ vase contentæ; premit etiam Aër in aquam exeuntem, illamque sustinet; pressiones hæ sunt æquales, & in superiori parte Siphonis contrariè agunt, ibique valent Atmosphæræ pondus, dempto pondere columnarum aquearum, quæ à pressionibus sustentantur. Columna aquea in crure externo altitudine oppositam columnam superat; ergo ab hac parte magis Aëris pressio minuitur, & pressio opposita hanc vincit, fluitque aqua. (*Exp.*)

Antliæ vulgares constant ex duobus tubis, 822.

valvulâ separatâ ita, ut aqua ex inferiori in superiorem possit adscendere, non verò descendere; superior tubus brevis est & in hoc movetur embolus corio circumdatus, in quo valvula similis datur.

Fundo cylindri admoveatur embolus, huic superinfundatur aqua, ut Aëris transitus cohibeatur; si aquâ immergatur extremitas tubi inferioris, & attollatur embolus, adscendet aqua in cylindrum aut tubum superiorem, ex quo descendere nequit; quare per embolum transit, quando hic descendit. Elato iterum embolo novâ aquâ cylindrus repletur; & prima in vas cum cylindro superiori cohærens attollitur, ex quo per tubum fluit. (*Exp.*)

CAPUT V.

*De Aëris Motu Undulatorio, ubi
de Sono.*

823. *S*i Aër quocunque modo agitetur, particulæ motæ à loco recedunt, vicinasque in minus spatium reducunt; & Aër, dum in uno loco dilatatur, in vicino comprimitur. Aër compressus cum se iterum expandit ad pristinum non modo statum redit, sed ipse dilatatur, particulis, motu acquisito, ultra pristinam distantiam à se invicem recedentibus.

Hoc motu Aër primo dilatatus in primum statum redit, Aërque alias partes versùs comprimitur. Hoc iterum obtinet dum Aër ultimum

timò compressus sese expandit, quo nova datur compressio. Oritur ergo ex agitatione quacun-
que motus analogus cum motu Undæ in aquæ superficie (686.); eodem nomine datur, & vocatur *Aëris Unda* Aër compressus cum in-
 sequenti dilatato (687.).

Aër compressus omnes partes versùs semper dilatatur, & *motus Undæ est motus spbæ* 824.
re sese expandentis, eodem modo ac in superficie aquæ Unda per circulum dispergitur (689.).

Dum Unda in Aëre movetur ubicunque trans- 825.
 it, particulæ è loco moventur & ad hunc redeunt, spatiumque brevissimum itū & reditu percurrunt.

Ut hujus motûs leges pateant, concipiamus particulas aëreas ad distantias æquales in lineâ rectâ esse dispositas, *a, b, c, d, TAB. VIII, &c, f*; moveatur Unda per hanc lineam; fig. 8. ponamus autem illam pervenisse inter *b & p*; Aërem dilatari inter *b & b*, comprimi verò inter *b & p*; ut hæc omnia in lineâ 1. representantur.

Densitas maxima datur in *m*, loco medio in- 826.
 ter *b & p*, & maxima dilatio inter *b & b* in medio *e*.

Ubicunque particulæ vicinæ non æquè distant, 827.
 actio ex elasticitate datur particularum minus distantium magis distantes versùs (800.); hæc-
 que actio sola, seposito omni motu acquisito, examinanda est.

Inter *b & e* datur pressio à *b* versùs *e*, 828.
 id est, cum motu Undæ conspirans; quæ etiam datur inter *m & p*.

829. *Pressio autem contraria est inter e & m , & ab m versùs e dirigitur.*
830. *In m & c , ubi harum actionum directiones mutantur, oppositæ actiones sese mutuò destruunt, quia particulæ vicinæ ad distantias æquales inter se positæ sunt.*
831. *In locis b , b , & p , omnium maxima est distantiarum particularum vicinarum differentia; ideòque omnium maxima elasticitatis actio, unam partem versùs.*
832. *Deducimus ex his particulam, pro vario in Undâ situ, variam ab elasticitate pressionem pati, quâ illius motus generatur, acceleratur, minuitur, aut destruitur; idcirco directio motûs particulæ, ex solâ directione memoratæ actionis, determinari nequit, & cum hac directione non semper congruit illa, singularumque particularum motus omnibus momentis mutatur.*
833. *Particulæ omnes inter b & p translatae sunt, juxta ordinem litterarum. Particulæ inter b & p juxta hanc directionem motum continuant, cæteræ inter b & b versùs b redeunt, ut in sequentibus dicitur.*
- Perseverant hæ in motu quo regrediuntur, donec pressione ex elasticitate, cujus directio in puncto e mutatur, motus acquisitus de novo destruat; in quo casu particula ut b ad quietem & pristinum situm redit. In momento sequenti particula c in situ pristino quiescit, p verò ad q accedit, ut in lineâ 2; & successivè, in momentis æqualibus, adipiscitur Unda omnes situs, qui hic in lineis 1. 2. 3. &c. 13. videntur; & dum Unda à situ in lineâ 1. ad situm*
- in

in lineâ 13. pervenit, totam *percurrit latitudinem suam*.

Particula p in hoc motu *it & redit*, hujusque motus in hac figurâ sensibilis est, & ut clarè patet, particula hæc *successivè per omnes situs particularum in Undâ transit*.

Singulæ particulæ successivè simili motu agitantur; & *diviso tempore in tot partes, quot* 835. *particulæ dantur in latitudine Undæ, particula unaquæque datur in illo situ, in quo momento præcedenti fuit particula sequens, quæ per unum momentum tale diutius fuit in motu.*

Motus cujuscunque particulæ, ut p, in itu 836. *& reditu suo, analogus est cum motu penduli vibratorio, dum duas peragit oscillationes; id est, semel it & redit.* Pendulum in oscillatione descendit, motusque acquisitus cum gravitatis actione conspirat & hac acceleratur, donec ad punctum arcûs describendi infimum, id est medium viæ percurrendæ, pervenerit; pergit motu acquisito, qui actione gravitatis, cujus directio in hoc puncto mutatur, destruitur, dum Corpus per alteram arcûs describendi partem adscendit: Corpus hoc iisdem legibus redit.

Particula *p* ex elasticitate movetur, motusque acceleratur ex elasticitatis actione, donec ipsa ad situm particulæ *m* in lineâ 1. pervenerit (828.), qui situs in lineâ 4. videtur, in quâ particula *p* occupat punctum medium spatii itu & reditu percurrendi. Motu acquisito, quamvis elasticitas contrariè agat (829.), in motu perseverat, donec hac actione totus motus sit destructus; quod fit

- percurrendo spatium æquale illi in quo fuit generatus; datur tunc particula *p* in situ, in quo videtur in lineâ 7, qui respondet cum situ particulæ *b* in lineâ 1. Ex elasticitate tunc particula redit & acceleratur, donec situm particulæ *e* in lineâ 1. adepta sit (829.), ut in lineâ 10; id est, donec iterum, ut in lineâ 4, versetur in puncto medio viæ percurrendæ. In reditu suo continuat particula donec actione ex elasticitate, cujus directio iterum mutatur (830.), totus motus destruat; tuncque particula ad pristinum situm, ut in lineâ 13., redit, & ibi, cum novâ actione non agitur, quiescit. Quæ omnia ex demonstratis in Scholiiis Elem. profluunt. Idcirco *cessante motu Corporis tremulo, quo Aër agitur, novæ Undæ non generantur*, numerusque Undarum à numero agitationum ipsius Corporis non differt.
838. Si in motu penduli post duas vibrationes gravitatis actio cessaret, ut in Aëre, post itum & reditum particulæ, elasticitatis actio in hanc particulam cessat, in omnibus motus particulæ aëreæ cum motu Corporis penduli congrueret. In puncto medio arcûs oscillatione percurrendi nulla datur gravitatis actio, hujusque directio mutatur; in puncto medio spatii à particulâ *p*, itum & reditu; percurrendi, in quo datur in lineis 4. & 10., congruit hujus particulæ situs cum situ particularum *m* & *e* in lineâ 1, in quibus punctis nulla elasticitatis actio datur, & hujus directio mutatur (830.). In pendulo quo magis Corpus oscillatum à puncto infimo, aut medio, arcûs describendi distat, eo magis

gis vis gravitatis in illud agit ; quo magis etiam particula p à puncto medio spatii percurrendi distat , eo major in illam est elasticitatis actio , & in lineis 1. 7. & 13. , in quibus maximè à puncto memorato distat particula , situs hujus congruit cum punctis b , b , & p , in lineâ 1. , in quibus elasticitatis actio est omnium maxima (831.).

Quâ lege hæc elasticitatis actio , cum au-839.
ctâ à sæpius memorato puncto medio distantia , crescat , determinatur ex lege ipsâ elasticitatis Aëris , cujus particulæ se se mutuò fugiunt cum vi quæ est inversè ut distantia inter particularum centra (800.) : & demonstramus in Scholiis Elem. elasticitatis actionem , in particulam ut p , ad instar distantia à puncto spatii percurrendi medio augeri aut minui.

Quâ de causâ particula singula , in motu840.
suo , eunt , & redeunt , juxta legem Corporis in cycloide oscillati (219.).

In Scholiis etiam demonstramus , Undæ ve-841.
locitatem aequalem esse illi , quam Corpus acquirit cadendo à semialtitudine , quam Atmosphæra haberet , si manente Aëris quantitate , ubique illam haberet densitatem , quam habet in loco , in quo Unda movetur. Et demonstratio locum habet quæcunque fuerit Undæ latitudo , & sive per majus aut minus spatium particulæ in itu & reditu excurrant ; unde constat , Un-842.
das omnes æquali celeritate moveri ; quandiu nempe dicta altitudo Atmosphæræ , positâ hac ubique ejusdem densitatis , non mutatur.

Mutatâ autem hac , sequuntur quadrata ce-843.
leritatum Undarum rationem altitudinum (841.
190.)

844. Variationem autem sæpe subit altitudo hæc, nam *manente elasticitate* Aëris densitas sæpe variat: & mutari potest elasticitas densitate manente: tandem ambæ simul mutationi sæpissimè obnoxia sunt.

In primo casu, manente nempe elasticitate, dum densitas variat, positâ Atmosphærâ ubique ejusdem densitatis, altitudo mutatur, quantitas verò Aëris comprimentis non variat: quia hujus pondus æquale est elasticitati (180.): & est altitudo ut spatium ab Aëre occupatum; ideò inversè ut densitas (57.), quare *Undarum celeritatum quadrata sunt inversè ut densitates* (843.).

845. Quando densitas manet, sed mutatur elasticitas, altitudo Atmosphæræ mutatur, ut pondus comprimens, id est, ut elasticitas. (180.) Ergo *quadrata celeritatum Undarum sunt ut elasticitatis gradus* (843.).

846. Si & elasticitas & densitas differant, quadrata velocitatum Undarum erunt in ratione compositâ directæ elasticitatis, (845.), & inversæ densitatis (844.).

847. Si densitas & elasticitas crescant, aut minuantur, in eâdem ratione, inversa ratio densitatis directam elasticitatis destruet, & non mutabitur Undarum celeritas.

Ultimus hic casus exstat in Aëris compressione ex Aëre adfluente (795.), quo etiam, si de cætero maneat Aëris constitutio, altitudo Atmosphæræ, positâ hac ubique ejusdem densitatis, non mutatur; nam pro ratione ponderis superadditi in minus spatium redi-

gitur. Idcirco ex mutata altitudine columnæ
mer-

mercurii, quæ ex Atmosphæræ pressione in tubo Torricelliano justinetur (787.), quod pondus, quo Aër in terræ viciniis comprimitur, mutatum indicat, non debemus Undarum celeritatem mutatam dijudicare. Eâdem de causâ Un-849.
dæ æquali celeritate in apice montis & in valle moverentur; nisi Aëris constitutio differret pro majori altitudine (802. 807.).

Undas æstate celerius quàm bieme moveri ex 850.
Aëris elasticitate, calore auctâ, aut densitate imminutâ, (802.) deducitur.

Altitudo Atmosphæræ, positâ hac ubique 851.
ejusdem densitatis, detegitur, si mensuretur altitudo columnæ mercurii, quæ in tubo Torricelliano cum pressione Atmosphæræ æquipo-
nderat (787), & comparando Aëris densitatem cum densitate mercurii; quod ponderando Aërem fieri potest. Detectâ verò Atmosphæræ altitudine, celeritas, quam Corpus à dimidiâ hac altitudine cadendo acquirit, per experimenta pendulorum determinatur (220. 222.).

Aëris motus, de quo in hac computatione 852.
agitur, à solâ elasticitate pendet, & exacta esset computatio, si particulæ ipsæ ad interstitia inter has sensibilem rationem non haberent; si verò ponamus dari hic rationem sensibilem, velocior erit Undarum motus; propagatur enim motus per Corpora solida in instanti.

Consideravimus autem particulas aëreas, qua- 853.
si essent puncta, & celeritates, quæ in hac hypothese deteguntur, augendæ sunt pro ratione, quam habet materia ad interstitia, ut veræ detegantur velocitates. Qua-

854. Quare *quamdiu idem Aër suam servat densitatem, eandem cum ipsâ velocitate rationem sequitur bujus augmentum.*

855. Si verò *densitas mutetur, augmentum non modò sequitur rationem velocitatis, sed & rationem* materiæ ad materiam in eâdem lineâ, quæ est *ratio radicis cubicæ densitatis.*

856. Si *de diverso Aëre agatur, hæc regula non procedit, nam ipsæ particulæ, servatâ Aëris densitate, diversam densitatem habere possunt, & mutabitur ratio diametrorum particularum ad interstitia.*

857. *Undarum in Aëre motus Sonum producit; de quo ante quàm agamus, pauca de Sensationibus in genere præmittenda sunt.*

858. Adeò arctum est Mentis & Corporis vinculum, ut quidam motus in hoc cum certis in illâ ideis quasi cohæreant, & separari nequeant. Ex nervorum motu singulis momentis ideæ novæ in mente excitantur, talesque sunt rerum omnium sensibilibum ideæ; nihil tamen commune inter motum in Corpore & ideam in Mente percipimus. Nexus qui hic datur perspicientiam nostram fugit, neque ullum possibilem esse concipimus. Innumera in rerum universitate nos latent, quæ ne quidem ideis attingimus. Hicce etiam nexus ad Physicam non spectat.

Quando in Physicis Sensatio explicanda est, debemus demonstrare, quomodo ex motu in Corpore, in quo causa Sensationis datur, motus sequatur nervi peculiaris in Corpore nostro.

Tria ergo circa Sonum perpendenda habeb-

bemus, determinandus est motus in Corpore quod Sonum edit; 2. demonstrandum quomodo ad nos motus transferantur; 3. tandem explicandum, quid in nobis contingat.

Corporum, quæ Sonum emittunt, partes 859. motu tremulo afficiuntur; Corpora enim, quando percutiuntur, nisi sint elastica, Sonum non producant. Motus hicce tremulus etiam extra omne dubium est in chordis aut fibris tensis, ex quibus, agitatione tremulâ, Sonus elicitur. In campanis majoribus, & in multis aliis Corporibus, motus hicce tremulus admodum sensibilis est; in campanâ vitreâ, Sonum edente, Experimento visibilis fit. (*Exp.*)

Non tamen immediate ab hoc motu visibili 860. pendet Sonus, sed ab alio motu tremulo, quo, in motu memorato, particulæ minores afficiuntur. (Exp.)

Corpus percussum per aliquod tempus post 861. Ictum Sonum edit; nam fibra agitata per aliquod tempus ex elasticitate vibrationes continuat (494.).

Sonus etiam, subsistente motu tremulo, cessat. (837.)

A Corpore, ita agitato, motus ad Aures 863. transfertur per Aërem; hunc enim esse vehiculum Soni experientia constat. (*Exp.*)

Ex eo solo quod Aër sit vehiculum Soni, & quod sine Aëris translatione Sonus per illum propagetur, constat quod diximus, Sonum ab Aëris motu Undulatorio pendere; & eo confirmatur, Sonum ex motu Corporum tremulo oriri.

Cum

Cum autem motus hicce tremulus facile
 865. à Corpore Corpori communicetur, *Soni translatio, ex fibrarum motu tremulo, maxime notabilis est; (Exp.)*

Sæpissimè videmus Corpus Sonum edere licet Aër ab eo agitatus nullam cum Aëre exteriori communicationem habeat: Unde
 866. sequitur *Motum Undulatorium Aëris motum tremulum communicare fibris Corporum, quo Undæ in Aëre exteriori generantur.* In hoc tamen casu admodum debilitatur Sonus.

867. Ut per solida Corpora, sic & per *Fluida propagatur Sonus, in quo tamen casu admodum quòque debilitatur (Exp.)*.

868. In his omnibus motus Aëris undulatorius ad Aurem pertingit, & ibi in canalem, in parte Auris externâ, penetrat; pars hæc externa terminatur membranâ, tenuissimâ, tensâ, Tympanum dictâ, & quæ partem Auris externam ab internâ separat. Particulæ aëreæ, quæ huic membranæ adjacent, ubi motus undulatorius ad has pervenit, Tympanum percutiunt; huic motum tremulum communicant, qui in Aërem interiori Auris cavo inclusum, transfertur; quædam Offa minora, Tympani agitatione, moventur; motus undulatorius per exiguos quosdam canales, peculiari modo contortos, propagatur, & integra cavi hujus superficies ossea à particulis aëreis, agitata, percutitur. His omnibus facile motus communicatur nervo auditorio, cum Organo, de quo agimus, cohærente, & in ipsam hujus cavitatem penetrante.

Mira

Mira est Auris structura, sed cum peculiari-
 liarium partium usus nos lateat, generalia
 tantum, quæ indicavimus, ad propositum
 nostrum pertinent.

Celeritas Soni eadem est cum celeritate Un-
darum, quæ Aurē percipiunt, & quæ de ha-
rum celeritate dicta sunt (841. 842. 844.
 845. 846. 847. 848. 849. 850. 853. 854.
 855. 856.), huc referri debent. Circa n. 841.
 notandum Soni celeritatem computatione mi-
 nimè posse determinari (851. 852.); ignota
 enim est proportio inter diametros particu-
 larum & interstitia inter has; sed immédia-
 tē Experimento detegitur Soni celeritas.

Nocte accendatur Ignis cum strepitu con-
 junctus, ad quamcunque ab hoc Igne antea
 mensuratum distantiam detur spectator, qui
 breviori Pendulo mensuret tempus inter Lu-
 men visum & Sonum auditum, & dabitur
 Soni celeritas; Luminis enim motus, saltem
 in spatio in quo hoc Experimentum institui
 potest, est momentaneus.

Tali Experimento in Galliâ enotuit, So-
 num percurrere pedes Gallicos mille & octo-
 ginta; id est, Rhénolandicos mille, centum
 & septemdecim, in spatio temporis unius
 minuti secundi: quæ velocitas parum differt
 ab eâ, quam ex multis Experimentis, in spa-
 tio duodecim Milliaria Anglicana superante,
 determinavit G. Derham; juxta quem spa-
 tium in uno minuto secundo percursum est
 pedum Rhénolandicorum mille & centum;
 sed non constans est hæc celeritas (850.).

Si eodem tempore, in quo hac methodo
 dc-

determinatur Soni velocitas, detegatur spatium percursum ex elasticitate (841. 851.), dabitur Soni acceleratio ex crassitie particularum.

374. *Soni celeritas est æquabilis (842.); in majori nihilominus spatio aliquando accelerari, aut retardari potest (845.), ex diversâ vi repellente, quâ particulæ, in locis diversis aliquando gaudent (802.). Hoc tamen potius ex ratiocinio, quàm Experienciâ deducitur, quia Aëris constitutio non satis differt in locis vicinis.*

375. *Soni celeritas variat ex Vento cum illius motu conspirante, aut in contrarium flante. Vento Aër de loco in locum transfertur; acceleratur ergo Sonus, quamdiu per Aërem translatus movetur, si Soni directio cum Venti directione eadem fuerit; in quo casu Venti velocitas indicatæ Soni velocitati superaddenda est. Venti autem violentissimi, quo arbores eradicantur, & ædificia subvertuntur, celeritas minor est trigesimâ parte velocitatis Soni, si cum Mariotte ponamus; Ventum violentissimum tantum percurrere pedes triginta duos in uno minuto secundo. Juxta alios Venti velocitas multo major est, & idè major Soni acceleratio, quod melius cum observationibus congruit. Eodem argumento etiam ex Vento dari in Soni motu retardationem probatur.*

Spatium à particulis, itu & reditu, percursum à Vento augeri aut minui potest; idcirco *ad majorem aut minorem distantiam Sonus auditur pro Venti directione.* In Aëre enim
qui

qui Vento transfertur, exiguus quidam datur particularum mutuus accessus, dum posterior Aër anteriorem protrudit; eo augetur Aëris Elasticitas, & motus hujus mutui directio conspirat cum directione Venti.

Intensitas Soni pendet ab ictibus Aëris in 877. nervum auditorium; & sunt hi ut Vires particulis percutientibus insitæ.

Vires hæ sunt ut numeri particularum, eodem tempore, in tympanum incurrentium, & ut quadrata celeritatum quibus incurrunt (382.).

In determinandâ Soni intensitate, consideranda ergo sunt, Aëris densitas; Soni velocitas; spatium, ita & reditu, à particulis percursum; & numerus Undarum, certo tempore, in Aurem incurrentium. 878.

Cæteris manentibus si mutetur tantum pondus 879. quo Aër comprimitur, non eo mutabitur spatium ita & reditu à particulis percursum, quod tantum auctâ, aut imminutâ, agitatione tremulâ partium Corporis variat; neque numerus Undarum, hæ etiam à Corpore tremulo pendent; non etiam mutatur Soni velocitas (848.), sepositâ acceleratione de quâ in n. 853. locuti sumus, quæ hic non considerata est, quia agitur de velocitate quâ singulæ particulæ feruntur; sola ergo variat densitas (878.), id est, solus mutatur numerus particularum certo tempore incurrentium, & in hac ratione mutatur Soni intensitas (877.), id est, in ratione ipsius densitatis, quæ ponderis comprimentis rationem sequitur (795. 547.) (Exp.).

880. Si manente pondere comprimente, densitas augeatur, in eadem ratione cum auctâ densitate augeatur quidem materia mota (798.); sed demonstramus in Scholiis Elem. Soni intensitatem, in hoc casu, minui in ratione in quâ radix quadrata densitatis augeatur. Unde
881. sequitur *Æstate, ceteris paribus, Soni intensitatem majorem esse quàm Hieme.* (Exp.)
Hæc ita se habent, quamdiu Aëris constitutio manet; sed hæc sæpius mutatur
882. (802. 806.); *Vapores aquei admodum intensitati Soni obstant.*
883. Datur etiam differentia in Sono ex numero vibrationum fibrarum Corporis Sonum edentis, id est, ex numero Undarum certo tempore in Aëre productarum; pro diverso enim numero percussionum in Aures, sensatio diversa in mente datur.
884. Ab hoc vibrationum numero pendet Tonus musicus, qui eo magis acutus dicitur, quo magis crebri sunt recursus in Aëre; eo verò gravior, quo minor est Undarum numerus.
885. Gradusque acuminis diversorum Tonorum sunt inter se ut Undarum numeri, quæ eodem tempore in Aëre dantur.
886. Tonus ab intensitate Soni non pendet, & chorda agitata eundem edît Sonum, sive per majus sive per minus spatium eat, & redeat (482. 884.).
887. Consonantiæ oriuntur ex convenientiâ inter varios motus in Aëre, qui eodem tempore nervum auditorium afficiunt.
888. Si duo Corpora tremula, temporibus æqualibus, vibrationes peragant, nulla inter Tonos da-

datur differentia, & consonantia hæc omnium perfectissima Unifonus dicitur.

Si vibrationes fuerint ut unum ad duo, con 889.
sonantia vocatur Octava, aut Diapason.

Positis vibrationibus ut duo ad tria, id est, 890.
si unius Corporis vibratio secunda cum ter-
tia alterius semper concurrat, consonantia di-
citur Quinta, aut Diapente.

Vibrationes, quæ sunt ut tria ad quatuor, 891.
dant consonantiam, quæ vocatur Quarta, aut
Diateffaron.

Ditonus nominatur, si Aëris recursus fuerint 892.
ut quatuor ad quinque.

Et Sesquiditonus dicitur consonantia ex con- 893.
cursu quintæ vibrationis unius Corporis cum sexta
alterius.

Consonantiæ ex agitatione chordarum, 894.
si hæ fuerint ejusdem generis, ex notis ha-
rum dimensionibus ut & tensione, facile de-
terminantur; minimarum enim partium agi-
tationes ab integrarum chordarum agitationi-
bus pendent.

Cæteris paribus, si duarum chordarum lon- 895.
gitudines fuerint ut numeri recursuum in con-
sonantiâ, datur hæc inter Tonos quos chordæ e-
dunt (484.).

Idem obtinet, si cæteris paribus diametri præ- 896.
dictam proportionem habent (485.).

Etiam si cæteris paribus proportio vibrationum 897.
in consonantiâ detur inter radices quadratas ten-
sionum (483.).

Et generaliter, positis chordis ejusdem gene- 898.
ris quibuscunque, si ratio composita ex directâ
longitudinum, & diametrorum, & inversâ ra-
di-

dicum quadratarum tensionum, sit ratio inter numeros vibrationum eodem tempore peractarum in consonantiâ quacunque, datur hæc ex agitatione chordarum (486.).

Hæc omnia à Musicis fuere Experimentis confirmata.

Notarunt hi circa hæc chordas Phænomenon admodum notabile, cujus casus varii digni sunt qui explicentur.

899. *Dentur chordæ quæcunque tensæ, vibrationes suas æqualibus temporibus peragentes; agitur una, movebitur & altera.* Singulæ enim Aëris Undæ ex illius chordæ motu tremulo incurrunt in hanc, motumque minimum huic communicant; ex motu quantumvis exiguo variis vicibus it & redit chorda (482.), moveturque ex prioris Undæ ictu, dum secunda accedit, cujus motus cum chordæ motu conspirat (482.), & hunc accelerat. Quæ de secundâ Undâ dicuntur, etiam ad sequentes referri debent, & acceleratio dabitur donec ambarum chordarum motus fuerint fere æquales.

900. *Ex eâdem demonstratione sequitur chordam agitatam motum communicare alteri, quæ duas aut tres peragit vibrationes dum prior semel vibratur.*

901. *Si autem chorda agitata varias peragat vibrationes, dum chorda ex Aëre movenda unicam peragere potest, ex præcedenti demonstratione sequetur motum peculiarem huic communicatum iri. Qui ut detegatur, notandum; durationem vibrationis & chordæ longitudinem reciprocari ita, ut, cæteris ma-*

manentibus, determinata longitudo à determinatâ duratione vibrationis separari ne utrumque possit. Si ergo chorda quæcunque variis ictibus percutiatur, quibus huic motus communicatur, & ictus magis crebri sint, quàm qui longitudini chordæ conveniunt, hujus pars, cujus longitudo cum duratione communicatarum vibrationum respondet, tantùm agitabitur, & motus quasi undulatorius chordæ communicabitur; & longitudo Undarum in chordâ pendeat à duratione vibrationis communicatæ, id est, à tempore inter ictus.

Dentur duæ chordæ, quarum una bis vibra- 902.
tur dum altera semel, & illa agitetur, dura-
tio vibrationum, quæ ex Aëris motu huic
chordæ communicantur, competit chordæ
femi-longitudinis hujus (484.); & talis est
longitudo Undarum in hac ipsâ. Idcirco ex
motu communicato dividitur chorda in duas par-
tes æquales, punctumque medium quiescit. Ex-
perimento hoc confirmatur jungendo chartæ
frustum chordæ, cui motus communicatur,
quod si in puncto medio ponatur quiescit,
in omni alio loco motu tremulo afficitur.

Si chorda agitata, ut ex bujus motu altera 903.
moveatur, tres peragat vibrationes dum chorda
movenda semel vibratur, ex motu communicato
dividetur hæc in tres partes, & duo dabuntur
puncta quietis, quod eodem modo Experi-
mento confirmatur. Alii casus motûs com-
municati, qui à Musicis observantur, faci-
lè ex prædictis deducuntur.

Quæ de reflexione & inflexione Undarum 904.

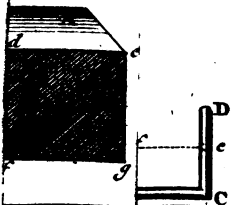
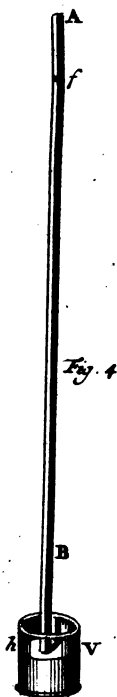
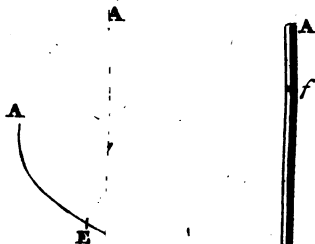
in aquâ dicta sunt (691. 693. 694. 695.), ad harum reflexionem in Aëre referri possunt, elasticitate in hoc casu eundem effectum cum pressione aquæ elatæ in illo exerente.

905. *Ex Soni reflexione sapissime oritur Soni repetitio, quæ Echo vocatur.* Si ejusdem Undæ, per sphæram sese expandentis (824.), partes variæ in varias superficies incurrant ita, ut reflexæ concurrant, fortior ibi est Aëris
906. motus, & Sonus auditur. *Variis vicibus sæpe idem Sonus repetitur*, ex variis ejusdem Undæ partibus ad varias distantias reflexis, & quarum quædam successivè in eodem loco concurrunt. Talis repetitio etiam aliquando datur ex repetitâ reflexione.
907. *In tubo per reflexionem augetur Sonus*; ut in tubis stentoreis observatur. Figura omnium perfectissima, quæ tali tubæ dari potest, est parabolæ, circa lineam axi ad distantiam quartæ partis pollicis parallelam circumrotatæ. Si enim quis in tali tubâ loquatur, ponendo os in axe machinæ & in foco parabolæ, Undæ ita reflectuntur, ut singulæ harum partes motum, axi machinæ parallelum, acquirant; quo Undæ vis & etiam Sonus multum augetur. Tubæ extremitas major, ex quâ Sonus exit, ad formam labiorum inflectitur, ut facilius Unda quaquaversum sese dispergat. (*Exp.*)

Pag. 278
TAB. VIII.

<i>h</i>	<i>i</i>	<i>l</i>	<i>p</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>

<i>k</i>							
	<i>l</i>						
		<i>l</i>					
			<i>b</i>				
				<i>c</i>			



LIBRI IV.

Pars II. De Igne.

CAPUT VI.

De Ignis Proprietatibus in genere.

Pauca de Igne norunt Philosophi, multa ipsos latent. Hypotheses non fingam; generaliora quæ ex Experimentis deduci posse mihi videntur, eo quo potero meliore ordine, dicam.

Intima Ignis natura ignota est; sed ibi illud 908. quod Ignem vocamus adesse dicitur, ubi Calorem aut Lumen observamus.

Inquirendum igitur in Ignis proprietates, illa examinando Corpora, in quibus præsentia Ignis criterium unum aut alterum detegimus.

Non enim ubique ambo hæc simul occurrunt; in calidis variis Corporibus Lumen nullum percipimus, dum in lucidis aliis calor nullus sensibilis nobis est. An verò revera hæc separatio detur in sequentibus (932.) examinabimus.

Videbimus etiam, si non plenissimè demonstrari possit, Calorem & Lumen eidem causæ esse tribuenda, hoc tamen vix in dubium vocari posse.

Ignis in Corpora omnia quantumvis densa &

dura penetrat, dum Calor ipsis etiam in interioribus communicatur.

913. *Ignis Corporibus sese jungit; cum his enim transfertur etiam ille qui in superficie hæret.*
914. *Videbimus quoque & Ignem ad certam distantiam à Corporibus attrahi.*
915. *Corpora præterea nulla novimus quæ Ignem non continent.*
916. *Non tamen Ignis æquè facile Corpora omnia intrat; quod variis causis, non omnibus notis, tribuendum est: densitatem auctam, Calorem imminutum ingressum difficiliorem facere Experimenta demonstrant.*
917. *Ignis Corporibus contentus in his à Corporibus circumambientibus retinetur.*
918. *Ignem moveri jam indicata demonstrant, illum autem motu celerrimo affici posse, in Corporibus actione Ignis violentissimè agitatis manifestum est.*
919. *Corporum quorum Calor augetur etiam augetur volumen; igitur actione Ignis ipsa dilatantur. Aucta autem dilatatione sæpe partes à Corporibus separantur, quæ dum actione Ignis sese mutuo repellunt Fluidum efficiunt elasticum, in quod sæpe, actione Ignis, integra convertuntur Corpora.*
921. *Si verò motus hic in Corporibus quo dilatantur, augeatur, effectus hujus mutatur, & violentiori motu Corporum Fluidorum partes nondum separatæ sensibilibiter agitantur, & Corporum solidorum partes, etiam minus subtiles, à vicinis divelluntur.*

Qui motus tamen sæpe tribuendi sunt actioni particularum subtiliorum Igne agitata-

tarum, & in poros Corporum penetrantium.

*Partes enim subtiliores Corporum, ab ipso 922.
Igne distinguendas, hujus actione in Corpora
penetrare, pondus quorundam Corporum a-
ctione Ignis auctum evincit: Cum ipse Ignis 923.
pondus sensibile non habeat.*

CAPUT VII.

Generalia de Calore & Lumine.

Calorem & Lumen Ignis præsentis crite-
ria esse observavimus (909.); de his
ideò sæpius dicendum erit, quare genera-
liora ad ipsa spectantia, ante omnia, obser-
vanda sunt.

*Calor in Corpore calido distinguendus est à 924.
Calore quem percipimus, ille enim est actio
Ignis in Corpus quod calidum dicitur, quâ
hujus partes motu quodam afficiuntur, quo
partibus quibusdam Corporis nostri motus
communicatur, qui cum Caloris perceptio-
ne conjungitur.*

*Calor verò nostri respectu nil est præter il- 925.
lam perceptionem, in Corpore autem calido
nil datur præter motum ex Ignis actione.*

*Lumen ex Corporibus per lineas rectas emitti 926.
tur, illa autem ex quibus emittitur Lucida
vocantur.*

*Ubi Lumen oculos nostros intrat, fibras 927.
minimas in fundo oculi agit, quâ datâ agi-
tatione mens nostra Lumen percipit, hæc
autem perceptio nostri respectu Lumen est,*

respectu Corporum Lumen illud est quod hæc in oculos nostros immittunt.

Ad Calorem autem & Lumen illa etiam referenda sunt, quæ superius (858.) de Sensationibus in genere fuere observata.

928. Motum per lineas rectas in Lumine dari, posito obstaculo, quo illud intercipitur facile probamus.

929. *Motum autem hunc in Calore non desiderari, & Ignem per varias lineas agitatum majorem excitare Calorem*, hic ipse actus indicare videtur, dum Corporum partes diversis motibus subjiciuntur.

930. Non omnia Corpora calida lucere, quotidie observamus, sed inde Lumen non adesse concludere minimè possumus. Sæpe enim Lumen imminutum, quod non percipimus, alios vividè afficit, quod à constitutione oculorum pendet; unde sequitur Lumen posse adesse quamvis non percipiatur; si nempe ex Corpore lucido minori copiâ emittatur.

931. Eodem modo Calor ita potest in Corpore minui ut nobis sensibilis non sit, nam illum sæpe non percipimus, qui, quamvis imminutus, in nos aliò tempore sensibilibiter admodum agit; nullum ergo adesse Calorem in Corporibus lucidis in quibus illum non percipimus asserere minimè possumus.

932. *Inter incerta ergo ponimus utrum Calor & Lumen unquam separentur.*

Hæc verò sæpissime conjungi nemo in dubium vocabit. Utrum vero ambo hæc Calor & Lumen rectè dicantur Ignis præsentis esse criteria, id est, an meritò ad eandem cau-

causam diversa hæc duo referamus Phænomena, non, ut jam monuimus, ita, ut omnis omnino removeatur scrupulus, determinari potest; hoc tamen non immerito fieri sequentia duo indicare videntur.

Primò. *Multa Corpora calida, si Calor au-* 933.
geatur, lucent, & ut luceant nil præter aug-
mentum Caloris desideratur, & hoc immi-
nuto cessat Lumen.

Secundò. *In radiis solaribus intimè admodum* 934.
Calor cum Lumine conjungitur. Corpora quæ
magnâ copiâ Lumen reflectunt, lentè incal-
lescunt; illa autem in quæ Lumen penetrat
majori copiâ, citiùs Calorem acquirunt; &
Lumen dum in Corpus penetrat, non sem-
per huic Lumen sensibile cum Calore com-
municat, quod sæpe tamen contingit.

Lapides varii calcinati, postquam solari Lu- 935.
mini fuere expositi, in loco obscuro lucent,
quod continuò decrescit, & tandem perit,
Lumen; sed novâ radiorum solarium actione
instauration, & quidem variis vicibus. Quam
candem proprietatem aliis Lapidibus, sine
ullâ præparatione, competere, observatum
fuit; non tantum quando Radiis solaribus
directè fuere illustrati, sed si tantum per a-
liquod tempus Lumini diei, in loco, ad quem
Radii solares directè non perveniunt, fuerint
expositi.

In his omnibus non sine Calore Lumen
communicatur; & in casibus in quibus ille
debilis est, debile quoque est Lumen com-
municatum; in aliis autem occasionibus Cor-
pora, eadem solaris Luminis actione, quan-
tum-

tumvis hoc vividum sit, Calorem sine Lumine sensibili acquirunt.

936. Sed *in lunari Lumine*, quod à Sole procedit, *nullâ arte Calor detegi potest*; neque tamen inde aliquid de distinguendo Lumine à Calore deduci potest. Nimium debile est
 937. *solare Lumen*, quod à Luna reperiçsum, ad nos pervenit.

Quando Luna Telescopio observatur, particulæ quædam reliquâ superficie lucidiores apparent; sed hæ omnes junctæ exiguam totius superficie illustratæ portionem tantum efficiunt. Hæ ipsæ particulæ lucidiores *non* omne Lumen, quod ad has accedit, reflectunt; unde patet, Lumen, à reliquis superficie Lunæ partibus reflexum, admodum esse imminutum. Si hisce addamus magnam superficie Lunæ partem obscuriorem apparere, constabit, Lunam exiguam tantum partem reflectere Luminis, quod à Sole ad hanc accedit. Lumen hocce, ita jam debilitatum, dispergitur antequam ad nos perveniat, quo iterum ferè vicibus quinquaginta millibus minuitur. Lumen tamen hoc ipsum, mirâ oculorum nostrorum constructione, adhucdum percipitur, quis autem Calorem, eodem modo imminutum, *sensibilem unquam Effectum edere posse*, dixerit?

CAPUT VIII.

De Dilatatione ex Calore.

Corpora Calore dilatari diximus (919.), 938.
 cum verò *Dilatatio* hæc semper aucto
 Calore augeatur, & hoc imminuto minuatur,
 novum ipsa suppeditat *præsentis Ignis crite-*
rium, quod ante memoratis (909) magis
 certum est; Dilatationem enim ad mensu-
 ram possumus vocare, dum variæ perceptio-
 nes Luminis aut Caloris vix inter se confer-
 ri queant.

Corpora Calore dilatari Experimentis con- 939.
 stat; lamina metallica, sive attritu, sive ad-
 moto Igne, calefacta sese expandit. (*Exp.*)

Fluida eodem modo ac solida Calore dilatari, 940.
 in Thermometris, instrumentis notissimis,
 quotidie observari potest. (*Exp.*)

Circa quæ instrumenta observandum, hæc 941.
 quidem indicare Calorem mutatum, sed an
 Caloris gradum demonstrent incertum est;
 id est, non satis nota est relatio, quæ datur
 inter mutationem in expansione & mutatio-
 nem in Calore; ut, ex comparatis dilatatio-
 nibus, gradus Caloris possint conferri inter
 se.

Si subito incalescat Thermometri globus 942.
 G, aut cylindrus C, statim Fluidum in tu-
 bo descendit, sed immediate post ascendit. TAB. IX.
fig. 1.
 Ex Calore subito citius vitrum ipsum inca-
 lescit quàm Fluidum in vitro contentum,
 ideo

ideò dilatato ex Calore vitro, & eo auctâ hujus capacitâ, descendit fluidum, sed immediatè post Calor liquido communicatur, quod ideò adscendit. (*Exp.*)

943. Ex Corporum expansione patet, *particulas, ex quibus Corpora constant, ex actione Ignis acquirere vim repellentem, quâ à se mutuò recedere conantur, & quæ cum vi, quâ particulæ sese mutuò petunt (38.), contrariè agunt. Quamdiu hæc vis illam superat, particulæ cohærent minùs aut magis pro diverso Caloris gradu. Quando vis repellens fere æquat vim attrahentem, particulæ antea intimè junctæ vix cohærent, & impressioni cuicunque cedunt, & faciliè moventur inter se, si hoc non aliâ causâ impediatur; in hoc*
944. *casu Corpus solidum Calore in Fluidum mutatur; quod in omnibus Corporibus, quæ Calore liquefiunt, observatur, imminuto verò Calore ad pristinum statum redeunt.*
945. *Quæritur an non Fluiditas omnis à Calore pendeat? quod determinari non potest, quia Corpus omninò Igne destitutum nullum novimus; illud certum est, Calorem non modò causam esse Fluiditatis in metallis, cerâ, & similibus Corporibus, liquefactis, sed multa Corpora, quæ vulgò inter Fluida*
946. *referuntur, à Calore solo fluere; sic aqua est glacies liquefacta, sublato enim pro parte aquæ Calore coalescit.*
947. *Calor ita potest augeri, ut in quibusdam Corporibus tota vis particularum attrahens superetur à vi repellente, in quo casu particulæ sese mutuò fugiunt; id est, vim elastica-*
cam

cam acquirunt, quæ similis est illi, quæ particulæ Aëris gaudent (792.), quæ etiam in Aëre Calore augetur. Effectum hunc observamus in fumo & vaporibus.

Ad actionem Ignis etiam possumus referre 948. separationem partium, quæ in putrefactione, fermentatione, & effervescentiâ, Fluidum constituunt elasticum, nam cum Calore aucto separationem fieri experimenta demonstrant, quod in ipsis effervescentiis frigidis observatur, nam dum Thermometrum immersum calorem imminutum indicat, alio, supra superficiem materiæ effervescentis posito, quod tamen hanc non tangit, Calorem ibi auctum constat, ubi aliud instrumentum Fluidum generari elasticum demonstrat. (Exp.)

Quantam autem vapor actione Ignis elastici- 949. citatem acquirat, patet in Æoli Pilâ: vocatur hoc nomine globus, cui jungitur tubus, cujus apertura vigesimam pollicis partem vix æquat. Globo pro parte aquâ impleto super Igne ponatur, eo momento, quo aqua in vapores mutabitur, exhibunt vapores per foramen; si autem Calor augeatur ita ut violenter ebulliat aqua, vapores compressi in superiore parte globi ab omni parte elasticitate suâ recedere conantur & violento motu per tubum exeunt. (Exp.)

Magis sensibilem effectum vis elasticæ va- 950. porum habemus. Si aucto foramine, hoc claudatur, & globus Igne imponatur, donec aqua violenter ebulliat; si tunc globus rotis jungatur, ut facile super plano horizontali mo-

moveri possit, & foramen aperiatur, exhibet vapor violenter unam partem versùs, dum tota machina partem oppositam versùs fertur. (*Exp.*)

951. Vapor violenter compressus conatur omnes partes versùs recedere & quidem æqualiter, ideòque pressiones oppositæ sese mutuò destruunt, aperto vero foramine vapor qui exit non premit; tollitur ergo pressio quædam ab unâ parte & contraria prævalet, & Corpus movetur.

952. Eodem modo explicamus motum Pyroborum. Ex chartâ efficitur cylindrus, qui nitrato pulvere repletur. Accenso pulvere, convertitur hic in Fluidum elasticum, cujus partes quaquaversum conantur recedere: cùm autem ab unâ parte cylindrus sit apertus, pressio ibi minor est; contraria ideò prævalet, & cylindrus propellitur.

C A P U T IX.

De Igne Corporibus contento, ubi de Electricitate.

953. **O**mnibus Corporibus nobis notis Ignem contineri diximus (915.). Hoc inde deducimus quia ubique Ignem detegimus; Corpora enim nulla dantur solida quæ attritu ubicunque in Telluris viciniis dentur non incalescunt: sed clariùs ubique in Telluris viciniis Ignem dari evincunt, quæ in Capite sequenti demonstrantur, nempe Calorem à Corpore calidiori minùs calido, & vicino,

no, communicari; Unde sequitur si Corpus sine Igne, ideòque sine Calore ullo, daretur, hoc statim à Corporibus vicinis Calorem accepturum.

Varia observamus Phænomena, notabilia admodum, Igni Corporibus contento adscribenda, horum quædam hîc sunt memoranda: inter hæc dantur, quæ cum Electricitate connexionem notabilem habent, quæ de causâ de his ipsis Electricitatis phænomenis agendum etiam erit.

DEFINITIO.

Electricitas est hæc Corporum proprietas, quâ, 954. si attritu calefiant, trabunt, & repellunt, Corpora leviora ad distantiam sensibilem.

Proprietas hæc paucis admodum Corporibus à multis Philosophis concessa fuit; hodie autem constat pleraque Corpora hac ipsâ, quamvis inæqualiter, & diversimodè, gaudere. Mira admodum sunt, quæ nuper de hac proprietate, in Angliâ & in Galliâ, fuere detecta; sed hujus materiæ tractatio nos à scopo abduceret; pauca quædam Experimenta, ante triginta & aliquot annos in Angliâ demonstrata, tantum memorabo, ut nexus pateat inter causam Electricitatis & Ignem, si revera hæc duo distinguenda sint; recentiora Experimenta conclusiones nostras confirmant.

Tubus vitreus, quindecim, aut octodecim, pollices longus, cujus diameter pollicem unum superat, siccâ manu, aut linteo atteritur, & Lumen percipitur; hoc manum sequitur, & non in ipso tubo hæ-

Tom. II.

V

ret,

ret, sed, ad exiguam ab hoc distantiam, in Corpore, quo atteritur tubus. (*Exp.*)

Post cessatum attritum nullum percipimus Lumen; sed, si Corpus quodcumque transferatur juxta tubum ad exiguam distantiam, quartam pollicis partem non superantem, strepitus debilis auditur, & scintillæ, quasi ex Vitro cum strepitu emissæ, in hujus Corporis superficie apparent. Si alterâ vice Corpus juxta tubum deducatur, nihil ex his observamus, nisi novus attritus præcesserit.

957. Idem hicce tubus, attritu Electricitatem magnam acquirit; si enim Corpora levia, ut partes folii aurei tenuissimi, aut fuligo, plano imponantur, & admoveatur tubus, agitantur hæc Corpora; à tubo attrahuntur, & repelluntur, variisque motibus afficiuntur.

958. Si Corpus, ad exiguam à tubo distantiam, juxta hoc moveatur, strepitus, ut in Experimento præcedenti, auditur, & cessat Electricitas, quæ attritu iterum instauratur. (*Exp.*)

959. Globus vitreus aëre vacuus, diametri circiter octo aut novem pollicum, si celerrimè in loco obscuro circumvotetur, dum manu globo applicata attritus datur, totus quasi lucidus fit ab interiori parte, Lumenque majus est in locis, in quibus manus vitrum tangit. (*Exp.*)

960. Si autem globus aërem contineat, & eodem modo agitetur, & manus applicetur, nullum in interiori aut exteriori globi superficie Lumen apparet; Corpora verò ad exiguam à globo distantiam, ex. gr. quartæ par-

partis unius pollicis, aut minorem, lucida fiunt, sicque solæ partes manûs applicatæ, quæ terminant, aut potius circumdant, partes immediatè tangentes globum, lucidæ sunt, ut de tubo dictum. (956.) (*Exp.*)

Globus hic idem agitato, & attritu calefactus, sensibilem & externè & internè Electricitatem, exserit; ut patet filis, quæ solâ Electricitate partem superficiæ calefactam versùs diriguntur. (*Exp.*)

Extracto aëre, Electricitas nulla, neque interna, neque externa, observatur. (*Exp.*)

Si ad omnia præcedentia attendamus Experimenta, sequentes conclusiones ex illis deduci posse videntur, quas non ut certas tradimus, sed ut valdè probabiles; certum à probabili semper distinguendum.

Vitrum in se continere, huiusque superficiem circumdari atmosphæram quadam, quæ attritu excitatur (957. 961.), & motu vibratorio agitur; trahit enim & repellit Corpora levia (957.): partes minimæ vitri attritu agitantur, &, propter harum Elasticitatem, motus hicce est vibratorius, qui atmosphæræ memoratæ communicatur; ideoque atmosphæra eo ad majorem distantiam actionem exserit, quo ex majori attritu partes vitri magis agitantur. Actio huius atmosphæræ & alios præstat effectus; soli enim attritui, ex actione hac oriundo, tribuere debemus Lumen, quod in globo aëre vacuo (959.), deficiente omni attritu visibili, apparuit.

Ignis vitre contentis actione huius atmosphæræ expellitur, saltem cum hac atmosphæra

movetur ; dum enim Corpora levia ad distantiam à vitro agitantur, Corpora etiam ad distantiam lucida fiunt (961. 960.).

965. *Atmosphæram, & Ignem, faciliùs moveri in vacuo* etiam patet: si enim globo aër extrahatur, nullum lumen, neque Electricitatis actio, ab exteriori parte observari possunt (959 962.). Pars verò globi interior maximè lucida apparet, Ignisque majori copiâ in hoc Experimento quàm in statim memorato (960.) sensibilis est.

966. Electricitatis autem actio, extracto aëre, etiam ab interiori parte cessat (962.), quo everti videtur quod de faciliiori motu atmosphære in vacuo dictum. Minimè tamen probabile est atmosphæram sæpius memoratam in hoc casu nullibi moveri. Videtur contra illam eandem cum Igne viam sequi, & illam partem versùs moveri, ad quam minor datur resistentia; & cessationem actionis Electricitatis tribuendam esse ipsi absentiae aë-

967. ris, quo mediante *ab atmosphærà fila moventur*; eodem modo, ac Ignis, qui liberrimè omnia Corpora penetrat, *mediante* vapore, aut aëre (pulveris enim pyrii explosio, absente aëre, cessat) violenter in illa agit (950.).

Missis conjecturis, nixis licet Experimentis, ad cætera, quæ Ignem spectant, redeamus.

Si in loco aëre vacuo globus vitreus agitetur ita, ut ex attritu incalescat, globus lu-
968. cet (*Exp.*), unde sequitur *Ignem vitro contentum ut appareat aëre non indigere*, incalescit enim & lucet sublato aëre & interno & externo.

la-

Innumeris aliis Experimentis, attritu in vacuo lumen dari, constat.

Mercurium Ignem continere Experimentis 969. patet. Si enim Mercurius probè depurgatus in vitro agitetur lucidus apparet. (*Exp.*). Sed melius si vitrum aëre fuerit vacuum. (*Exp.*)

Plura Corpora dura attritu Lumen emittunt. 970. Duo frusta crystalli moveantur juxta se mutuo, statim lucida fiunt, licet ex attritu Calorem sensibilem non acquirant. Lumen autem magis est vividum in punctis in quibus contactus datur.

Notissima datur chemica præparatio ex urina, Phosphorus Urinæ dicta, quæ in aquâ servatur; si ex illo stilus efficiatur & literæ chartæ inscribantur, in loco obscuro, igneæ apparebunt. Phosphorus ipse aquâ extractus statim incalescit & fumum emittit; quæ omnia Ignem magnâ copiâ Phosphoro contineri probant. (*Exp.*)

In hoc Experimento *sensibilem observamus* 972. *aquæ actionem in Ignem Phosphoro contentum; illa enim hunc retinet* ita, ut minimè ex Phosphoro, quamdiu aquâ circumdatur, exire possit, sublata autem aquâ Calor & fumus statim indicant Ignem à Phosphoro recedentem.

CAPUT X.

*De Motu Ignis debiliori. Ubi de Caloris
communicatione.*

973. **T**riplicem in Igne motum observamus.
974. Primum quo Calor communicatur. & Corpora dilatantur, non separatis partibus, aut turbato harum ordine. De hoc ipso hoc Capite dicendum.
975. Secundum, qui à primo gradu tantum differt, quo Corporum partes dissolvuntur, aut inter se agitantur. Hunc in Capite sequenti examinabimus.
976. Tertium tandem per lineas rectas, quem in Lumine detegimus: de quo in Libro sequenti agam.
977. *Corpus calidum minus calido Calorem communicat, ubi Corporum mutua datur applicatio, ipsum autem ex Calore amittit.*
978. Hinc deducimus motum Ignis dari donec æquilibrium detur inter vicinorum Corporum actiones: & in hoc casu gradus Caloris dicimus æquales.
979. Ex hoc æquilibrium sequitur quomodocunque inter se differant Corpora vicina, hæc eodem modo in Thermometrum applicatum agere, & Fluidum hoc contentum eodem modo dilatare, quando Thermometrum ipsis applicatur. (Exp.)
980. Non verò hoc æquilibrium inter actiones Ignis diversis Corporibus contenti datur nisi post tempus. Ex

Ex hoc æquilibrio ulterius deducimus Ca. 981.
lorem æquabiliter dispergi per totam massam Corporis cujuscunque.

Etiam videmus, quare Corpora separata & 982.
 aëre aut Fluido alio quocunque circumdata,
 per quod æquabiliter Calor dispergitur, æqua-
 les gradus caloris acquirant. (*Exp.*)

Patet etiam quare aqua bulliens cum va 983.
 pore, supra ipsius superficiem vase incluso,
 eundem gradum Caloris habeat: & quare Ca-
 lor non augeatur accumulato vapore, & non
 minuatur quamvis, datâ aperturâ, magnâ co-
 piâ Ignis cum vapore calido exeat.

Diximus (979.) Corpora æquè calida eo 984.
 dem modo in Thermometrum agere, hoc
 fit quia propter exiguam Fluidi in Thermo-
 metro copiam, actiones hæ non sensibilibiter
 Corporum Calorem mutant.

In multis autem aliis occasionibus non eodem 985.
 modo in idem Corpus agunt Corpora æquè cali-
 da: neque in Corporibus variis eodem Flui-
 do, æqualiter ubique calido, circumdatis,
 æquali tempore Calor æqualis fit Calori ipsius
 Fluidi. (*Exp.*)

Unde sequitur difficilius Corpora quædam a 986.
 liis incallescere, & quidem ex duplici causâ.
 Non enim æquè facile Corporum omnium
 partes agitantur, & in quædam difficilius
 Ignis quàm in alia penetrat.

In Calore quandam desiderari partium Cor- 987.
 poris agitationem manifestum est, aucto enim
 Calore hæc sensibilis fit: Corporum autem
 partes diversæ sunt; & in diversis Corpori-
 bus non tantum densitate differunt, sed etiam

- cohæſione ; unde non æquè facile eadem iſſis communicatur agitatio, quare inæquales Ignis actiones deſiderantur ut æquales gradus
988. Caloris Corporibus communicentur ; & *Calor non ſequitur proportionem quantitatis Ignis.*
989. Obſervamus hoc, ſi ambas manus, ubi hæ æquè calidæ ſunt, imponamus, unam ligno, alteram marmori, poſitis ligno & marmore æqualibus quantum ad volumen & æquè calidis, ſed quorum Calor ſenſibiliter à manuum Calore ſuperatur: Manus quæ marmori imponitur plus ex Calore amittet & marmori minorem gradum Caloris communicabit, gradu illo quem acquirit lignum à manu huic impoſitâ, quæ minus ex Calore amittit. (*Exp.*)
990. Etiam Experimentis conſtat, *Ignem non æquè facile in Corpora omnia penetrare.* Hoc
991. jam ſuperius obſervavimus (916.) ut & *in Corpus faciliùs Ignem penetrare ſi magis calidum illud ſit.* Speculum cauſticum minorem edit effectum, id eſt, minori copiâ Ignem répercutit ubi Calor ipſius auctus eſt, quod indicat majorem copiam Ignis accedentis in ipſum ſpeculum penetrare & ibi hære.
992. Effectus hujus ſpeculi etiam minuitur, ſi radii ſolares per aërem, his radiis antea calefactum, tranſeat, quod demonſtrat Ignem majori copiâ in partes aëreas calidas penetrare quàm in alias.
993. *Corpora quæ difficiliùs incaleſcunt etiam diutiùs Calorem ſervant,* dum Calorem vicinis, & minus calidis, communicant.
994. Quando Corpus vicinis Corporibus Calorem communicat, partes in ſuperficie ex Calore

lore amittunt, ad quas Ignis partibus internis contentus tunc accedit, quare successiva datur Caloris diminutio, & centrales partes omnium diutissime Calorem servant.

Hinc videmus *Corporis Calorem diu posse conservari, si hoc aliis Corporibus involvatur*, & Corpora diutius Calorem servare, aut breviori tempore hunc amittere, pro diversis quibus involvantur Corporibus.

Constat hoc quotidianis Experimentis, & sensibilibiter observatur *in aquâ calidâ*, in qua *Calor aëre circumambiente retinetur.* (Exp.)

Hoc etiam videmus in ligno lucido. *Li-* *gnum* datur, quod in terrâ putrefactum, si terrâ extrahatur lucet. Terra quæ lignum circumdat retinet Ignem, sublata hac, Ignis exit, & per aliquot dies lucidum manet, in vacuo citò perit Lumen, & admissò aëre non instauratur.

Dum Ignis quaquaversum sese expandit, & *Corporum vicinorum minus calidorum Calorem auget*, non æquali facilitate ad partes omnes tendit (990.); si autem motus ad partes quasdam difficilior fiat, augetur partes alias versùs, ut hoc in laminâ, aut cylindro ferreo, observamus, cujus extremitas una candens est, cum aliâ sensibilem non habeat Calorem: si enim extremitas candens aquâ frigidâ immergatur statim incalescit extremitas altera. (Exp.)

Ignis, qui in Corpora intrat, horum partes agit (987.), partes motæ agunt in Ignem contentum, hujusque motum augent; ideo, quando Ignis extraneus in Corpus a-

999. git, hujus Calor augetur, non tantùm actione Ignis advenientis, sed etiam quia augetur motus Ignis antea in Corpore contenti; hoc confirmant majora incendia, quæ id ipsum in omni combustione obtinere demonstrant; nam de iis quæ in minoribus motibus locum habent ex iis quæ, ipsis auctis, sensibilia fiunt judicium ferre possumus.

De hoc motu aucto nunc peculiariùs est agendum.

CAPUT XI.

De violentiori Ignis Motu. Ubi de Corporum Dissolutione actione Ignis.

1000. **A**ucto Ignis motu, hujus effectus est conversio Solidi in Fluidum, & hujus in Fluidum elasticum: ut vidimus (947.). Ubi autem Fluidi Calor augetur antequam in
1001. *Fluidum* elasticum mutetur actione Ignis, partes ipsius Corporis violentissimè agitantur inter se ita, ut ebulliat: ad quod eo minor actio Ignis desideratur quo minus Fluidum comprimitur: aqua tepida imminutâ aëris pressione violentèr ebullit. (*Exp.*) Quomodo compressio aucta difficiliorem faciat ebullitionem satis clarum est.
1002. Gradusque Caloris maximus quem Fluidum acquirere potest, ab eâdem compressione pendet, ut ex *Exp.* ante memorato (996.) deduci potest.
1003. Non omnium Corporum partes minores tales

les sunt, ut imminutâ cohæsiōe in Fluidum convertantur, quarum tamen actione Ignis datur separatio.

Corporum solutio, quando Fluida fiunt, 1004. vocatur Fusio. Conversio in Fluidum elasticum vocatur Evaporatio, & Exhalatio. Tertia tandem quam memoravimus (1003.) partium separatio vocatur Corporum Combustio, aliquando Calcinatio.

De Fusione, Evaporatione & Exhalatio- 1005. ne superius egimus (944. 947.), dicta etiam ad Combustionem, & Calcinationem possunt referri, differentia autem ipsorum Corporum constitutioni tribuenda est.

Ipsa autem quæ spectant Combustionem & Calcinationem, ex iis quæ de Calore diximus (943. 987.) deducuntur, aucto partium motu has tandem debere dissolvi quis non videt?

Antequam autem de Combustione agamus, 1006. partes ipsæ, in *Exhalationibus separatae*, considerandæ sunt.

Hæ *intimè cum Igne junctæ bujus motu avo-* lant. Inter has notabilem locum occupant particulæ aqueæ in Vaporem conversæ; quæ demonstrant, non ita opposita esse Ignem & aquam, ut vulgò creditur; Ignis enim 1007. *singulis adhæret aqueis particulis, & has à conjunctione cum vicinis arcet; nullo modo autem Ignis ipse mutare potest; recedente enim illo, concurrunt iterum, & instauratur aqua.*

Vapores per aërâ in altum adscendunt, 1008. ad diversas sustinentur altitudines, pro diversâ & ipsorum & aëris constitutione (557. 799.).

799.). Sæpe non percipiuntur; si tunc Calor ipsorum minuatur, magis ad se invicem accedunt, & Nubes, aut Nebulas, efficiunt; datâ majori Ignis dissipatione in aquam Vapores redeunt, & Pluvia cadit.

1009. Observamus quoque Vapores in aëre omnino invisibiles subito apparere, si hujus densitas minuatur. (*Exp.*)
1010. Innumeræ Exhalationes dantur ab aqueis diversæ; hæ omnes, cum Ignis actione à Corporibus separatæ sint, Ignem magnâ copîâ continent; quædam præcipuè constant ex particulis, quæ comburi possunt, de quibus statim dicam. Reliqua, quæ ad hanc materiam pertinent, & cum scopo nostro relationem habent, in Cap. III. hujus Libri fuere explicata.
1011. In plerisque Corporibus, quæ comburuntur, partes, quæ separantur, sunt terrestres, aquosæ, & oleosæ aut spirituosæ.
1012. Terrestres vocamus partes, quæ, post Igne solutum Corpus, supersunt, cineres nempe, qui calefieri quidem possunt, non comburi.
1013. Partes aquosas vocamus illas, quæ, actione Ignis in Vaporem mutatæ, expelluntur; sed quæ collectæ, immutato Calore, in aquam convertuntur.
1014. Oleosas tandem & spirituosas vocamus partes, quæ solæ sunt pabulum Ignis, cujus actione solvuntur, dum ipsæ hanc actionem augent.
1015. Partes hæ violentiori Ignis actione solvuntur ita, ut ex his non iterum Corpus combust-

bustibile formari queat : tunc hæ consumi-
 dicuntur : si verò minor in has detur Ignis
 actio , solvuntur quidem in Fluidum elasti-
 cum crassius , quod Fumum vocamus ; sed
 hic combustibilis est , & collectus molle for-
 mat Corpus , quod etiam comburi potest .

Ubi ita augetur harum partium Calor , ut^{1016.}
 consumantur , lucent ; & , dum à Corpore
 separantur , Flammam efficiunt ; quare Fu-
 mus & Flamma gradu Caloris tantum diffe-
 runt ; potestque , aucto Calore , Fumus in
 Flammam converti , in quo casu consumitur .
 (Exp.)

Circa *Flammam* observandum , hanc in æ-^{1017.}
re esse pyramidalem : ratio hæc est ; levior il-
 la est ipso aëre , ideò adscendit , sed conti-
 nuò partes , quæ ipsam efficiunt , violen-
 tissimâ agitatione disperguntur ; quare ipsa
 continuò minuitur , & paucæ partes ad Flam-
 mæ superiorem extremitatem perveniunt ;
 quæ ideò tenuissima est .

Sepositâ hac dissipatione , Flamma cylin-^{1018.}
 drica esset ; continuò enim ad sphæricam fi-
 guram vergit ; sed sursum fertur , & partes
 adscendentes à novis advenientibus supplen-
 tur . Hac de causâ Flamma admodum exten-
 di potest ; si , dum circumdatur , dissipatio
 hæc cohibeatur , aut saltem minuatur . (Exp.)

Si imminutâ laterali dissipatione , Flamma
 sibi permittatur , quod obtinemus , quando^{1019.}
crassior Flamma subtiliore circumdatur , illa ad-
 modum se extendit , & etiam lateraliter dilata-
 tur . (Exp.)

Exhalationes , quæ comburi possunt , id-^{1020.}
 eò-

edque inflammabiles sunt, ferè integræ, si non omnino, constant ex pabulo Ignis; quod, propter Ignem jam agentem in particulas (1006), quàm facillimè Flammam concipit.

Videmus hoc in Fodinis, in quibus sæpissimè, admotâ Flammâ, statim cum Fulminatione Exhalationes Flammam concipiunt. Hoc fit cum Fulminatione, quam semper observamus, quando subitanea Flammæ generatio datur.

1021. Exhalationes sæpe sponte accenduntur; quod aliquando tribuendum est radiis solaribus, transeundo per Nubes, aut harum repercussione, collectis; radii enim solares, dum vitris, aut speculis, colliguntur, incredibiles exserunt effectus, ut videbimus in Libro sequenti, & Nubes simile quid præstare possent. Inflammatio Exhalationum etiam obtineri potest permixtionibus variarum Exhalationum, in quibus, mutuâ particularum actione, Ignis violentissimè excitari potest. Experimenta nos ad hanc conclusionem conducunt; mutuam enim particularum actionem, in permixtione Corporum, qua Ignis excitatur, in innumeris occasionibus detegimus.

1022. Plura apud Chemicos habemus exempla; quibus constat, duo Corpora frigida frequenter admodum, solâ permixtione, in Flammam exardere; quamvis ambo sint fluida.

1023. Simile quid in Exhalationibus locum habere posse quis negabit, si consideret particulas ex quibus Exhalationes constant à Corporo.

poribus existere separatas, quia actione Ignis, cum his cohærentis, moventur. (1006.)
(Exp.)

Exhalationes in aëre accensæ varia produ- 1024.
cunt phænomena; his tribuere debemus Me-
teora ignea, ut Fulmina & alia,

Ad illa, quæ spectant Ignis actionem in
Corpora, nunc redeundum.

In Corporibus, quæ calcinantur, & in 1025.
calcem aut scorias reducuntur, deficiunt,
aut exiguâ tantum copiâ adsunt, partes il-
læ, quæ pabulum sunt. Ignis, quare conti-
nuata desideratur in hæc Corpora Ignis ex-
tranei actio, antequam dissolvantur.

Ignem autem immediate non tantam in 1026.
Corpora exserere posse actionem, qualem
in Combustione & Calcinatione observamus,
multa indicare videntur.

In Combustione Ignis sese jungit innume- 1027.
ris minimis, quæ nullo modo percipi pos-
sunt, particulis; hæ quaquaversum moven-
tur, maximâ copiâ ex illis locis ubi Flam-
ma adest. Hæ, dum cum Igne moventur,
in poros alius Corporis penetrare vix in-
debitum vocari potest; multis enim *Experi-* 1028.
mentis constat, quorum plura apud Boyleum
videri possunt, *actione Ignis Corporum pen-*
das sensibilibiter augeri; præcipue si Flamma in
hæc immediate agat; quamvis Corporum,
vitro inclusorum, si vitrum Flammæ spiri-
tus vini per duas aut tres horas expositum
sit, quoque pondus aliquando augeatur, sed
minus. Augmentum hoc ponderis, novam
accessisse materiam probat (90.), quæ per
vi.

- vitrum penetravit. Non autem Igni ponderis augmentum tribui posse, alia evincunt
1029. Experimenta, quibus constat, *Ignis pondus, si detur, nobis non esse sensibile*; quod si unico Experimento constat, clarum est, in omnibus occasionibus, in quibus ponderis augmentum detegitur, hoc alii materiæ, cum Igne translatae, esse tribuendum. (*Exp.*)
1030. Actionem Corporis subtilioris extranei, cum Igne juncti, hujus in Combustione actionem juvare. etiam, quæ in loco aëre vacuo de Combustione instituuntur, Experimenta confirmant. Omnis enim Combustio, sublato aëre, cessat, ut in Capite sequenti videbimus.
1031. Corpora tamen quæ, præsentē aëre, comburuntur, absente hoc, Igne consumi possunt, sed tantum continuatā Ignis extranei actione, & quidem lentius, Flammâ, & violentiori partium agitatione, cessantibus. (*Exp.*)
1032. Quando chalybe percutitur Pyrites, particulæ separantur à chalybe & à lapide; ignitæ sunt, & in ipsâ separatione, scintillas efficiunt: particulæ metallicæ liquefactæ sphaericam acquirunt figuram; quæ à lapide separantur, consumuntur, friabiles fiunt, & in calcem, aut scorias, convertuntur. Si percussio in vacuo fiat, easdem detegimus mutationes; sed partes; dum separantur, lucidæ non fiunt, nullasque percipimus scintillas. (*Exp.*)

CAPUT XII.

De Extinctione Ignis & de Frigore.

Ignis Extinctio est cessatio motus illius in Corpore quo pabulum Ignis (1014. 1015.) consumitur. 1033.

Ignem ubi nullum huj. pabulum superest, sed omne Ignis actione consumtum est, necessario extingui evidentissimum est. Sed major difficultas datur in explicatione Extinctionis, quando post hanc pabulum adhucdum superest.

Talem sæpe observamus ubi Carbones ardentibus vividioribus radiis solaribus exponuntur (*Exp.*); quod qua actione fiat obscurum admodum est. 1034.

Absente aëre Ignis quoque extinguitur (*Exp.*) 1035. cujus causa etiam non ita facile detegi potest.

Nam non pressioni sublata hoc tribuendum esse 1036. Experimenta demonstrant, quibus constat Ignem sæpe statim extingui in Fluido elastico, quod ut aër in Telluris viciniis integram Atmosphæræ sustinet pressioem. (*Exp.*)

Unde sequitur *peculiares quasdam particulas* 1037. desiderari, ne Ignis extinguatur, quæ ipsæ actione Ignis aut avolant, aut inutiles fiunt, novum enim continuò in Combustione desiderari aërem constat. (*Exp.*)

Varii ex modis quibus Ignis extinguitur, 1038. ad aëris absentiam referri debent: Sic Ignis 1039.

Tom. II.

X

ab

ab omni parte inclusus brevi extinguitur; ad quod quoque, ut videtur, fumus accumulatus non parùm confert.

Extinctio hæc plerumque talis est, ut, nisi novo admoto Igne, Ignis extinctus non excitetur; aliquando tamen admissio aëre, sponte reviviscit, quamvis per longum satis tempus omnis communicatio cum aëre externo fuerit sublata, in quibus tamen occasionibus sæpe non perfecta est Ignis Extinctio, quamvis sensibilis non sit pabuli Ignis consumptio.

1040. *Ad absentiam aëris etiam referimus actionem aquæ, quando Ignem extinguit.*

In Combustione illorum Corporum quæ aquam ad se trahunt, si hæc, quæ, dum nullo pabulum Ignis continet, non potest comburi, ipsis superfundatur, immediate statim ipsis applicatur ita, ut aëris accessus impediatur, quare Ignis extinguitur; nisi exigua sit respectu violentiæ Ignis aquæ quantitas, in hoc enim casu in vaporem statim mutatur hæc & repellitur.

1041. Quando autem agitur de Corpore, cui aqua non immediate applicatur, ut Oleum & Corpora pingua, non aqua hæc extinguit, nisi tantâ copiâ affundatur, ut ab omni parte aëris accessum tollat.

1042. Fluida etiam quædam, quæ cum aquâ miscibilia sunt, accensa aquâ extingui non possunt, quod cum ante dictis (1040.) congruere non videtur; sed aqua non potest sese applicare superficiei horum Fluidorum, & super hæc dispergi, quod desideratur ut aëris accessus contineatur.

Actio

Actio aquæ in Ignem Phosphoro conten- 1043.
tum de quâ superius (972.) ab actione de
qua hic agitur differt, nam ubi benè accen-
sus est Phosphorus non aquâ extingui potest,
& absente aëre hujus Lumen magis est vivi-
dum (*Exp.*).

Quando Ignis extinguitur Calor minuitur,
quare cum Frigore Extinctio hæc relationem
habet.

*Diminutio enim Caloris sæpe, non semper, 1044.
Frigus vocatur, quod nil est præter hanc dimi-
nutionem.*

Corpora minus calida illis partibus Corpo- 1045.
ris nostri quibus applicantur, id est, quæ
Calorem in Corpore nostro minuunt (977.),
frigida vocantur; ut calida dicuntur quæ
hunc augment (924.)

Frigus nostri respectu nil est præter sen- 1046.
sationem quam ex imminuto Corporis nostri
Calore percipimus, in Corpore autem fri-
gido datur Calor (963.), sed minor Calore
Corporis nostri, quare ille hunc minuit
(977.).

Ex hisce solis considerationibus, vulgari- 1047.
bus admodum, facile dirimitur quæstio; u-
trum Frigus ad absentiam Ignis, aut ad præ-
sentiam materiæ cujusdam peculiaris debeat
referri, ut Calor ad præsentiam Ignis. So-
lam Ignis absentiam sufficere evidentissimum
est.

Sed hæc alia proponi potest quæstio; u- 1048.
trum unquam diminutio Caloris detur, nisi
adsit materia quædam cujus particulas frigo-
ris spicula vocare possumus. Respondeo Ex-

perimenta non præsentiam hujus materiæ demonstrare, ideòque responsum huic quæstioni dari non posse, nam in obscuris non ex eo solo quid negare debemus, quia contrarium probare non possumus. Sed hoc certissimum semper erit, Caloris diminutionem, à quacunque causâ pendeat, solam sufficere in Frigore.

1049. Non inficiâs ibo dari particulas quasdam subtiles, quæ ubi Corpus intrant, Ignem, saltem pro parte, ex hoc expellunt. Sed illas semper adesse ubi diminutio Caloris datur, hoc est quod nondum constare dixi; nam quamvis dentur particulæ, quæ Ignem, non ut particulæ ex quibus Corpora constant attrahunt, sed ipsum repellunt, non inde sequitur ex aliâ causâ non posse Calorem minui.

1050. In quibusdam autem occasionibus tales adesse particulas Experimentum hoc demonstrare videtur; detur nix cum sale marino permixta, vase contenta, & quæ circumdet vitrum aquâ repletum, si mixtura hæc Igni imponatur, eo momento quo ipsa funditur, id est, quo hujus Calor augetur, non ut alia Corpora Calorem aquæ communicat (977.), sed statim aqua in glaciem convertitur. (*Exp.*)

Si aqua contineatur tubo, aëre vacuo, cum Ebullitione congelatio fit (811.).



PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ INSTITUTIONES.



L I B R I V.

Pars I. De Motu, Inflexione, & Refractione Luminis.

C A P U T I.

De Motu Luminis.



ntimam Ignis naturam nobis esse 1051.
ignotam vidimus (908.), hoc ad
Lumen referre quoque debemus.
Plura quidem Lucis Phænomena
deducimus ex paucis Luminis pro-
prietatibus, quas Experimentis detegimus;
sed plures Luminis proprietates nos latere
ex ipsis Phænomenis patebit.

Lumen per lineas rectas moveri, antea 1052.

X 3

ob-

observavimus (928.). Lumen à puncto ad punctum non pertingit, si in lineâ rectâ, quam inter hæc ductam concipimus, impedimentum detur.

1053. Si per foramen Lumen transeat, directionem servat, & non ad latera dispergitur, ut de Undis dictum (693.).

DEFINITIO I.

1054. Lumen quodcunque consideratum juxta directionem Motûs sui, si omne juxta eandem directionem feratur, vocatur Radius Luminis.

Corpus vocari Lucidum vidimus, quod Lumen emittit. (926.)

1055. Corporis lucidi superficies, conflatur ex punctis lucidis, quæ Luminis Radios quaquaversum emittunt.

DEFINITIO 2.

1056. Corpus vocatur Pellucidum, per quod Lumen transire potest, non turbato, in ipso Corpore, Radiorum Motu rectilineo.

DEFINITIO 3.

1057. Corpora, quæ Lumen intercipiunt, vocantur Opaca.

1058. Duæ autem proponuntur quæstiones circa Motum Luminis.

1.. Utrûm Motus Luminis simplici pressioni sit tribuendus, an verò translatio detur de loco in locum.

2'. Utrûm propagatio Motûs Luminis sit instantanea, an successiva.

1059. Juxta illos qui Motum Luminis pressioni tribuunt, globuli minimi, sese mutuò tangentes, per totum spatium, per quod Lumen propagatur, disperguntur. Lumen apparet quan-

quando, actione Corporis lucidi, globuli Corpori adjacentes premuntur, qui ipsi vicinos premunt, & propagatio datur.

Unicam contra hanc sententiam difficultatem movebo. Globulus à plurimis circumdatur, & si hi juxta diversas directiones sint compressi, premunt quoque ipsum illum globulum juxta diversas directiones; & hic, ut singuli Radii directionem suam servant, debet alios globulos juxta singulas hasce directiones premere; hoc autem fieri non potest; nam omnes pressiones ad unicam reducuntur (162.), & globus compressus premit in omnes adjacentes, qui huic pressioni obstare possunt, sive cum prementibus respondeant, sive non; unde sequeretur confusio Radiorum: pressiones contrariæ quoque sese mutuò destruerent. Experimenta autem constat innumeros Radios, sine ullâ confusione, transire per foramen quantumvis angustum. Ex iis, quæ de Visione postea dicemus, patebit, hoc ipsum contingere, quando plura objecta per foramen angustum intuemur.

Si propagatio Luminis non fiat per pressionem, non est illa instantanea; sed fit per translationem de loco in locum, in quâ tempus quoddam consumitur. Hæc generalis observatio sufficit ad secundam quæstionem dirimendam (1058.); sed præterea ad majorem hujus illustrationem, ex Phænomenis ipsa Luminis velocitas determinari potest.

Ex observationibus Astronomicis, circa 1052.

X 4

Jo-

Jovis Satellites, sequi videtur tribuendam esse Lumini velocitatem, quâ in tempore septem minutorum à Sole ad nos pervenit.

1063. Ante paucos annos Bradeleius, Motum Luminis demonstravit, ex observationibus circa stellas fixas habitis, & ejus velocitatem determinavit non admodum aberrantem ab eâ quam indicavimus (1062.). Ex eis enim quæ observavit sequitur Lumen pervenire à Sole ad nos in minutis octo cum semisse; hujusque Motum dum per immensa spatia ad Atmosphæram nostram accedit æquabilem esse, ut hæc fusiùs in Elem. explicamus.

C A P U T II.

De Inflexione Radiorum Luminis.

- I**gnem, à Corporibus attrahi antea indicavimus (914.); hoc manifestè patet in
1064. Lumine; deflectitur enim à viâ rectâ *Lumen quando juxta Corpora transit.*

TAB. IX. Sit ICH acies Corporis, Radii luminis
fig. 2. AB, EF. inflectuntur per FG, & BD, eo magis quo ad minorem à Corpore distantiam transeunt. Quod sequentibus Experimentis detegitur.

Si inter acies duas cultrorum detur distantia circiter decimæ partis unius pollicis, & in cubiculo obscuro, Lumen, quod per foramen intrat, inter has transeat ad distantiam trium pedum à fenestrâ, si Lumen cadat super

per chartâ, ad distantiam quinque pedum ab aciebus, ad latera Luminis apparebit, ab utrâque parte, Lumen simile caudæ Cometæ, quod probat Lumen *inflecti* dum juxta acies transit. (*Exp.*)

Si magis ad se mutuò accedant acies, ut ex. gr. distantia inter has sit centesimæ partis unius pollicis, Lumen memoratum ab utrâque parte mutatur in fimbrias coloratas tres, in situ parallelo ad acies, quæ & magis distinctæ apparent, si foramen in fenestrâ minuatur. Unde autem colores hi oriuntur, in sequentibus patebit (*Exp.*). Nunc satis erit ex hoc Experimento deducere, Lumen *attrahi à Corporibus*, à quibus Radii inflectuntur; nisi enim daretur motus Corpus versùs, per rectam Radius motum continuaret.

Actio verò Corporum, quâ in Lumen agunt 1065.
ad hoc attrahendum, sese exerit ad distantiam non insensibilem; nam si inter acies memoratas distantia detur circiter quadringentesimæ partis pollicis, nullum Lumen inter fimbrias memoratas super chartâ apparebit, ita, ut in hoc casu totum Lumen, quod inter acies transit, unâ aut alteram partem versùs inflectatur, & formet fimbrias memoratas. Quod clarè indicat chalybem ad minimum ad distantiam octingentesimæ partis pollicis in Lumen agere. (*Exp.*)

Actiōnem illam cum imminutâ distantia au- 1066.
geri, etiam probatur; nam si minuatur distantia inter acies, fimbriæ successivè evanescent, donec, junctis aciebus, Lumen nullum inter

X 5

has

has transeat. Primæ autem fimbriæ quæ evanescent, sunt quæ Radiis minimè inflexis formantur, ultimæ quæ à Radiis maximè inflexis; id est, dum accedunt ad se mutuò acies, umbra inter fimbrias ab utrâque acie formatas continuò augetur, donec tandem totum Lumen ab utrâque parte evanescat. Unde clarè sequitur, eo magis inflecti Radios, quo ad minorem distantiam ab aciebus transeunt, id est attractionem cum imminutâ distantia augeri. (*Exp.*)

1067. Si verò *augeatur distantia mutatur in vim repellentem, quâ Radii à Corporibus deflectuntur, & recedunt, quæ Actio quoque recedendo à Corpore minuitur.* (*Exp.*) Unde patet hanc attractionem iisdem legibus subjici cum illâ quæ locum habet inter minimas Corpora constituentes particulas (40.).

1068. Observandum præterea, *attractionem unius aciei admotâ aliâ augeri.* Quod Experimento clarè patet, nam in accessu acierum ad se mutuò Inflexio Radiorum continuò major est (*Exp.*).

C A P U T III.

De Luminis Refractione & hujus Legibus.

D E F I N I T I O I.

1069. **O**mnino per quod Lumen rectâ viâ transire potest, vocatur Medium.

Omnia Corpora pellucida, ipsum Vacuum, sunt media.

Dum

Dum Radius ex uno medio in aliud penetrat, sæpe à lineâ rectâ. deflectitur.

DEFINITIO 2.

Inflexio hæc Refractio dicitur. 1070.

Ut detur Refractio desideratur, ut media densitate differant, & ut Radius cum superficie, media dirimente, angulum obliquum efficiat. 1071.

Oritur Refractio ex eo, quod Radii à densiori medio magis quàm à rariori attrahantur, à qua attractione, quæ in Capite præcedenti probatur, illa, quæ Refractionem spectant, deducuntur. 1072.

Sit EF mediorum separatio; sit X versùs medium densius, Z versùs medium rarius. Singulæ materiæ particulæ Lumen attrahunt (1064.). Sit distantia, ad quam actionem suam particulæ exserunt, illa, quæ datur inter lineas EF & GH. Lumen ergo, quod inter has lineas versatur, à medio densiori X attrahitur, & quidem perpendiculariter ad superficiem quæ media separat; obliquæ enim actiones ab omni parte sunt similes & æquales, & conjunctim perpendiculariter trahunt. TAB. IX. fig. 3. 1073.

Ad distantiam, ad quam datur linea GH, solæ particulæ extremæ medii X in Lumen agunt; in distantia minore cum his & aliæ agunt ita, ut vis attrahens crescat quando distantia minuitur, ut ante jam observatum (1066.). Detur in medio densiori X, linea IL ad eandem ab EF distantiam, ad quam in medio Z datur GH. Intret Lumen medium X, ab omni parte attrahetur à particulis medii, quarum distantia à Lumine minore.

nones sunt distantia inter EF & GH ; ad hanc enim distantiam Lumen à particulis medii X attrahi ponimus.

Quamdiu Lumen versatur inter lineas EF & IL , vis attrahens versùs IL prævalet, quia majori numero particulæ hanc partem versùs trahunt; crescente autem numero particularum in contrariam partem agentium, id est, crescente distantia ab EF , minuitur vis IL versùs, donec in ipsâ lineâ IL omnes partes versùs æqualiter attrahatur Lumen, quod ubique in medio X ultra IL etiam obtinet.

1075. Accedat Radius Luminis Aa & oblique incidat in superficiem dirimentem media, aut potius in superficiem GH , ubi datur initium actionis, qua Lumen medium X versùs pellitur; Quando Radius pervenit ad a , detorquetur à lineâ rectâ per vim, quâ à medio X attrahitur; id est, quâ juxta directionem, ad hujus medii superficiem perpendicularem, hoc versùs pellitur. Et quidem in omnibus punctis deflectitur Radius à lineâ rectâ, quamdiu datur inter lineas GH & IL , inter quas memorata attractio agit; ideòque inter has lineas Radius curvam ab describit, eodem modo ac de gravibus projectis dictum (278.). Ultra lineam IL cessat actio Radium deflectens, rectâ ergo pergit per bB , juxta directionem curvæ in puncto b .

1076. Distantia inter lineas GH & IL est exigua; quare in *Refractione* ad partem incurvatam Radii non attendimus, Radiusque conf-

consideratur quasi constans ex duabus lineis rectis AC, CB concurrentibus in C, nempe in superficie media dirimente.

Per C ad superficiem EF detur perpendicularis NCM.

DEFINITIO 3.

Pars AC Radii memorati vocatur Radius 1077.
incidens.

Angulus ACN est angulus incidentiæ
(463.)

DEFINITIO 4.

Pars CB Radii dicitur Radius refractus. 1078.

DEFINITIO 5.

Angulus BCM vocatur Angulus Refractio- 1079.
nis.

In hoc casu, ubi Lumen è medio rariori in 1080.
densius penetrat, angulus Refractionis minor est
angulo Incidentiæ; æquales enim forent hi
anguli, si Radius AC per CD rectâ viâ
motum continuaret. Accedit autem Radius
CB magis ad perpendicularem CM; quare
Refractio dicitur fieri perpendicularem versùs
(Exp.).

Contra, si Radius è medio densiori in rarius 1081.
transeat, recedet à perpendiculari, quia attra-
ctio medii densioris in Radium eadem est,
sive Radius ex rariori in densius, sive è den-
siori in rarius penetret. Idcirco si BC sit
Radius Incidentiæ, CA erit Radius refrac-
tus, id est; per easdem lineas movetur Radius, 1082.
à quacunque parte procedat.

Ideoque, si duo Radii, unus è medio den- 1083.
siori in rarius, alter è rariori in densius, pene-
trent, angulusque Refractionis hujus æqualis sit
an-

angulo Incidentiæ illius, reliqui duo anguli Incidentiæ & Refractionis erunt æquales inter se (Exp.).

1084. *Ex quibus sequitur, directionem Radii non mutari, si hic moveatur trans medium terminatum duabus superficiebus parallelis inter se, quantum enim in ingressu aliquam partem versùs deflectitur, in tantum exactissimè dum exit partem oppositam versùs inflectitur. (Exp.)*

1085. *Si Radius perpendiculariter cadat in superficiem, qua duo media separantur, à rectâ viâ non deflectetur attractione medii densioris; actione hac cum Radii motu in eâdem directione in hoc casu agente. (Exp.)*

In dictis huc usque, tantum consideravimus attractionem medii densioris, quia hæc prævalet, non tamen contemnenda est actio medii rarioris, quia hæc minuit actionem medii densioris, quæ eo minor erit in Lumen, quo media inter se minus densitate differunt. Id-

1086. *circò nulla datur Refractio, ubi densitates mediorum sunt æquales, & eo major est, quo bæ densitates magis inter se differunt.*

Refractionis leges ex acceleratione, quam generat attractio, deducuntur.

Inter plana, quæ lineis GH & IL representantur, attractio obtinet, non ultra (1073.).

DEFINITIO 7.

1087. *Hac de causâ spatium bis planis terminatum, vocamus spatium attractionis.*

In Scholiis Elem. demonstramus, quamvis Corporis actio in Lumen perpendiculariter

ter dirigatur ad superficiem, accelerationem Luminis, in motu ex medio rariore in densius, aut retardationem in motu contrario, eandem esse juxta quamcunque directionem Lumen feratur, & *constantem*, ideo, *dari* 1088. *rationem inter velocitates Luminis in duobus mediis datis.*

Acceleratio, aut retardatio quidem minor est in motu magis obliquo, sed diutius durat, unde compensatio.

Sit Z medium rarius, X medium densius, 1089. TAB. IX.
fig. 4. separentur plano EF ; detur Radius Luminis AC oblique in superficiem EF incidens; designet AC celeritatem Luminis in medio Z , sitque hæc linea AC constans; id est, maneat quæcunque fuerit Radii inclinatio. Centro C semidiametro CA describatur circulus; detur NCM ad EF perpendicularis; ex A ducantur perpendiculares AO ad NC , & AQ ad EF .

Motus per AC concipiatur resolutus in duos alios, unum juxta AO , aut QC , alterum juxta AQ aut OC (458.); designabit linea OC radii celeritatem perpendicularem superficiem EF , quæ celeritas sola ex attractione medii augetur (1073.).

Celeritas per QC non mutatur, & est CV , quam æqualem ponimus ipsi QC , & ductâ ad EF perpendiculari VB ; in tempore æquali illi quo Lumen percurrit AC , accedet ad hanc perpendicularem; quare motus erit per CB , si CB fuerit ad AC , ut velocitas in medio X ad velocitatem in medio Z .

Li-

Linea CB secat in T circulum semidiametro CA descriptum; à punctis B & T perpendiculares BS & TR ducantur ad CM: propter triangula similia CBS, CTR, BC erit ad TC, aut CA, ut BS ad TR; quæ ergo lineæ, propter constantes BC & CA, eandem semper rationem habebunt, quicumque fuerit angulus incidentiæ. TR est sinus anguli Refractionis TCR; & BS, æqualis CV, æqualis AO, est sinus anguli Incidentiæ ACO.

1090. *In omni ergo Radii incidentis inclinatione constans, & immutabilis, datur ratio inter sinus angulorum Incidentiæ & Refractionis.*

Cum autem BC & CA, quæ sunt ut memorati sinus, etiam designent celeritates Luminis in mediis X & Z, sequitur *sinus hos esse inversè ut sunt celeritates in istis mediis.*

Si medium Z sit aër, & X aqua, sinus prædicti sunt ut 4. ad 3., & celeritas Luminis in aëre ad hujus celeritatem in aquâ, ut 3, ad 4. Si verò manente Z aëre, X sit vitrum, sinus sunt ut 17. ad 11.; circa omnia media illud unico Experimento determinasse sufficit.

Ratio quæ datur inter sinus angulorum quorumcunque est inversa secantium comp. ut in hac figurâ patet, concipiendo circulum semidiametro CQ, aut CV, ductum: tunc enim AC, æqualis CT, & CB sunt *secantes* angulorum ACQ & BCV, *complementorum angulorum Incidentiæ & Refractionis*, & *sunt inversè ut BS, æqualis AO, & TR, quæ in circulo ENT sunt sinus angulorum Incidentiæ & Refractionis.* In

In hisce Radium. è medio rariori in densius 1093. intrantem consideravimus, sed eadem constans sinuum proportio, in n. 1090. memorata, in motu Radiorum contrario obtinet; anguli ACN , MCB non mutantur, quicumque sit Radius incidens, sive AC sive BC (1082.). In hoc casu si BC sit celeritas Radii incidentis, CA erit celeritas Radii refracti: eodem enim modo, ex attractione medium X versus, motus Radii ex X in Z transeuntis retardatur, ac in motu contrario acceleratur.

CAPUT IV.

De diversâ diversorum Corporum Actione in Lumen.

Singulas Corporum particulas, in Lumen agere, vidimus; in Capite præcedenti ratiocinati fuimus, quasi omnes æqualiter agerent; ubi hoc obtinet, verum semper est, quod diximus, densius medium fortius attrahere Lumen quam rarius; ideòque Refractionem ex rariori medio in densius fieri perpendicularem versus (1080.); in hoc quoque casu vis refringens sequitur rationem densitatis Corporis. Ita rem consideravimus, quia ad maximam simplicitatem, in principio examinis, ipsam reducendam esse credidimus.

Ita quidem hæc sese habent in multis 1094. Corporibus; in Aëre, Vitro Antimonii, Selenite, Vitro communi, Crytallo montanâ, &
 Tom. II. Y in

1095. *in multis aliis Corporibus, vis refringens est*
 1096. *sensibiliter, ut densitas; sed regula hæc generalis non est.*

Multorum autem diversorum Corporum particulæ diversimodè in Lumen agunt; sed ad diversas classes illa referri possunt, in quibus singulis regula memorata (1095.) locum habet.

1097. *Classem talem jam indicavimus (1094.). Corpora unctuosæ aliam efficiunt, ad quam referimus Camphoram, Oleum Olivæ, oleum Lini, Spiritum Terebinthinæ, & Corpora similia.*

In his omnibus, singularum particularum vis refringens sensibiliter est eadem, & hæc admodum superat vim quæ in præcedenti Classe (1094.) obtinet.

1098. Plura Corpora constant ex particulis quarum actio in Lumen intermedia est, & quæ ad Classes intermedias poterunt referri, ubi plurimum Corporum determinatæ erant Refractiones.

1099. Newtonus vim, quæ particulæ agunt, in viginti duobus Corporibus determinavit; posterque, quam Newtonus in Opticâ de his dedit, Tabula, ad multa alia Corpora extendi, si pro singulis unicum tantum de Refractione habeatur Experimentum. Quomodo autem ex Experimentis de Refractione, datâ densitate, vis particularum eliciatur, in Scholiis Elem. explicamus.

1100. Ex hisce sequitur ad singulas Classes posse referri omnia, quæ in Capite præcedenti de Refractione diximus, sed hæc non semper

per obtinent in transitu Luminis ex Corpore unius Classis in Corpus aliud, ut Experimentis patet. Quomodo autem propositiones mutandæ sint, ut universales fiant, nunc dicam.

Omnia ratiocinia, in Capite præcedenti proposita, pro fundamento habent Attractionem Luminis à Corporibus; Refractionemque dari, quando major est Attractio ad unam partem quàm ad oppositam demonstravimus; ubicunque hoc obtinet demonstrata locum habent; hoc autem obtinet, quoties duorum mediorum contingentium unum fortius in Lumen agit quàm alterum. *Demonstrata ergo generalia* 1101. *erunt, si, quæ de densiori medio dicta fuere, in genere applicentur ad media quorum actio in Lumen major est.*

Hæc autem actio est ut vis, quæ singulæ 1102. *particulæ agunt, & ut numerus particularum simul agentium, id est, ut numerus particularum, in determinato spatio contentarum; qui numerus est ut densitas Corporis.*

Nisi enim ita corrigamus propositiones, in Capite præcedenti traditas, quas, ut vulgò apud Optices Scriptores habentur, quoque dedimus, plures falsæ erunt.

Lumen enim potest Refractionem pati, in 1103. *transitu ex medio in medium, quamvis media densitate non differant* contra n. 1071.

In transitu Luminis, ex Alumine in Vitriolum Gedanense, Refractio fit perpendicularem versùs; Sinus Incidentiæ est ad Sinum Refractionis, ut 26. ad 25.; densitates tamen sunt æquales; vires autem, quibus

bus particulæ horum Corporum in Lumen agunt, sunt inter se ut 20. ad 23.

1104. *Lumen potest ex medio in medium, juxta directionem quamcunque, transire, sine ullâ Refractione, quâvis media densitate differant; quod non congruit cum n. 1072.*

1105. Vitro infundimus Oleum Olivarum; si cylindricum, aut conicum hoc sit, objectorum, per Oleum visorum, figuræ mutatæ apparent, hæ tamen distinctæ sunt. Præterea adhibemus frustum Chrysocollæ, seu Boracis, benè translucidum, sed cujus figura ita irregularis sit, & superficies inæqualis, ut objecta, nisi admodum confusè, ita ut nullo modo dignosci queant, per Boracem non percipiantur; aut potius, ut nihil percipiamus præter Lumen, quod irregulariter Oculos intrat.

Quando frustum hoc Oleo immergimus, objecta eodem modo per Oleum & Boracem percipimus, ut per Oleum solum; Borax quasi invisibilis sit, & si quid in Borace datur, hoc percipimus, quasi in Oleo daretur. (*Exp.*)

Lumen ergo rectâ viâ ex Oleo Olivarum in Boracem, & ex Borace in Oleum, transit; & nulla hic datur Refractio; quamvis Olei densitas se habeat ad Boracis densitatem ut 6. ad 11.; sed in hac ratione inversa sunt actiones, quibus singulæ particulæ in Lumen agunt; & compensatio datur. (1102.)

1106. *Lumen sæpe in transitu ex medio densiori in rarius ad perpendicularem refringitur; contra*
n. 1081. Quam-

Quamvis densitas aquæ sit ad densitatem Spiritûs terebinthinæ ut 8 ad 7, si tamen Lumen transeat ex aquâ in Spiritum, id est ex medio densiori in rarius, Refractio datur ad perpendicularem; sinus Incidentiæ in aquâ ad sinum Refractionis in Spiritu, ut 11 ad 10; & vis quâ particulæ aqueæ agunt, ad vim particularum Spiritûs ut 3 ad 5. (*Exp.*)

Quando comparamus vires, quibus singularæ particulæ Corporum agunt, tales consideramus particulas, quæ æquales materiæ quantitates continent; non autem minimas, in quas Corpora resolvi possunt, intelligimus, quis enim determinabit utrûm hæ omnes sint æquales nec ne; & an non actio in Lumen variari possit, ex dispositione minimarum particularum in particulis ordinis superioris?

Vires quoque singularum particularum mensuramus, considerando integram harum actionem in Lumen, dum hoc transit per spatium Attractionis; id est, integros effectus Attractionis comparamus, & ratiocinamur quasi omnia spatia Attractionis æqualia essent, quod fortè verum non est; sed inde conclusiones, quæ in explicandis Phænomenis usu venire possunt, non mutantur.

Quando Lumen transit ex Corpore in Corpus, differentia virium tantum, consideranda est; sed agitur de integris Corporum viribus, quas habemus multiplicando densitates per singularum particularum vires (1102.). In hoc casu

casu minor actio, cum majori contrariè agens, hanc minuit.

IIIO. *Quando Lumen per varia media transit, quæ planis parallelis terminantur, directio in ultimo medio eadem est, ac si Lumen ex primo immediatè in ultimum transivisset.* Nam in utroque casu vis integra deflectens eadem est. Differentia, inter vim aëris & vim aquæ, est ad differentiam, inter vim aëris & vim vitri, proximè ut 14. ad 25. Si Lumen immediatè transeat ex aëre in vitrum, vis deflectens valebit 25.; si verò Lumen ex aëre, per aquam, in vitrum transeat, duæ actiones successivè agunt, quarum prima valet 14.; secunda valet differentiam inter actiones aquæ & vitri (1109.), quæ est 11; & actiones conjunctim valent quoque 25. Si major sit numerus mediorum interpositorum, demonstratio est eadem; omnes differentiæ actionum intermediarum simul valent differentiam actionum mediorum extremorum. Media planis parallelis terminari ponimus, ut omnes actionum directiones convenient. (1073.)

IIII. Ex his deducimus Refractionem ex medio in medium posse determinari, quamvis Experimenta nulla dentur circa transitum talem; quod unico Exemplo illustrasse satis erit.

Ponamus sinum incidentiæ se habere ad sinum Refractionis ex aëre in aquam, ut 4. ad 3: sinus hos ex aëre in vitrum esse, ut 17. ad 11.; quæro rationem inter hos sinus, quando Lumen ex aqua in vitrum transit.

fit. Si Lumen ex aëre in vitrum per aquam transiret, sinus primæ Incidentiæ esset, ad sinum secundæ Refractionis, in ratione 17. ad 11. Debemus ex hac primam Refractionem tollere, in quâ sinuum ratio est, ut 4. ad 3. Multiplicatione antecedentium & consequentium conjungimus rationes, quæ simul locum habent; eodem modo divisione separamus rationes, quando una ex aliâ tollenda est; ratio quæsitæ ergo illa est, quæ datur inter $\frac{17}{4}$, $\frac{11}{3}$, id est, sunt sinus, de quibus agitur, inter se, ut 51. ad 44. Hæc enim ratio desideratur, ut inflexio integra eadem sit cum illâ, quæ locum habet quando Lumen ex aëre immediatè in vitrum transit.

CAPUT V.

De Luminis Refractione, quando Media Superficie planâ separantur.

Superficies, quibus media separantur, in infinitum variari possunt; planas & sphaericas tantum examinabimus. In Radiis etiam variationes in infinitum dari possunt; Radios illos tantum considerabimus, qui ex uno puncto procedunt, aut ad unum punctum tendunt, aut paralleli sunt. His omnibus perpenſis præcipua Lucis Phænomena explicare poterimus.

DEFINITIO I.

Radii ex uno puncto procedentes, aut qui

Y 4

mo-

moventur, quasi ex uno puncto procederent, dicuntur Divergentes.

Radii tales continuò magis ac magis dispersuntur.

DEFINITIO 2.

III4. *Punctum, ex quo Radii divergentes procedunt, dicitur punctum radians, aut simpliciter Radians.*

III5. *Reflexione, aut Refractione, Radii aliquando moventur, quasi ex puncto procederent, quamvis ex hoc non procedant, quos quoque Divergentes vocari diximus (III3.). In hoc casu,*

DEFINITIO 3.

III6. *Punctum, ex quo Radii divergentes procedere videntur, vocatur punctum dispersus talium Radium.*

DEFINITIO 4.

III7. *Magis divergentes sunt Radii, qui majorem angulum efficiunt.*

III8. *Quo magis Radii sunt divergentes, positâ eâdem inter hos distantia, eo minus distat punctum radians, aut punctum dispersus, & contra.*

DEFINITIO 5. & 6.

III9. *Radii qui in unum punctum concurrunt, aut continuati concurrerent, vocantur Convergentes; & magis Convergentes, qui majorem angulum efficiunt.*

DEFINITIO 7.

III20. *Punctum concursus Radium convergentium vocatur Focus.*

DEFINITIO 8.

III21. *Punctum, in quo Radii convergentes, & ante concursum intercepti, aut deflexi, continuati con-*

concurrerent, vocatur horum Radiorum Focus imaginarius.

Quo magis Radii convergunt, posita eadem 1122. inter hos distantia, eo minus distat Focus, sive verus, sive imaginarius.

Radios divergentes, aut convergentes, parum dispersos tantum consideramus, id est, qui, in transitu ex medio in medium, exiguum occupant spatium in superficie quæ media separat.

DEFINITIO 9. & 10.

Si inter hos Radios unus detur perpendicularis 1123. ad dictam superficiem, Radii dicuntur directi; in omni alio casu dicuntur obliqui.

Si Radii paralleli transeant e medio quocunque 1124. in aliud aliis refrangibilitatis, separatis bis superficie planâ, post Refractionem etiam sunt paralleli: quia omnes æqualiter inflectuntur. (Exp.)

Dentur media X & Z, hoc minus, illud 1125. magis, refringens, plano ES separata; procedant à puncto R Radii divergentes RC, Rb, Ra, mediumque magis refringens intrent: inter hos sit RC, perpendicularis ad superficiem ES; hic à viâ non deflectitur (1085.), & per CG motum continuat. Radii Rb, Ra Refractionem patiuntur perpendiculares versùs, quas in punctis b & a ad superficiem ES erectas concipimus. TAB. IX. fig. 5.

Radii cujuscunque, ita incidentis, Refractionem facile determinamus. Sit RM Radius ex R procedens; ORC perpendicularis, per R, ad superficiem media dirimentem; sumatur MO quæ se habeat ad MR

Y 5

ut

ut sinus Incidentiæ ad finum Refractionis; id est ut Coscans Refractionis ad Coscantem Incidentiæ (1092.). Applicatâ hac, ex puncto M , in angulo MCR , determinatur punctum O ; ex quo ducenda est, per M , linea MN , & hæc coincidet cum Radio refracto.

1127. Erectâ in M , ad ES , perpendiculari YMV , angulus Incidentiæ est VMR ; angulus Refractionis est YMN , cui æqualis est VMO (15. El. 1.). Si centro M , semidiametro MC , concipiamus circulum descriptum, erunt ipsæ lineæ MO , MR , Coscantes angulorum Refractionis & Incidentiæ; unde patet benè determinatum fuisse Radium refractum MN .

1128. Si autem Radii divergentes directi sint, & parum dispersi, quales indicavimus RC , Rb , Ra , eodem modo ratiocinamur; positis Ra , ra , in dictâ ratione Coscantium, erit aA Radius refractus; cum verò Ca exigua sit, ad sensum non differunt Ra , RC , neque ra , rC ; ergo RC , rC , sunt quoque in eâdem constanti ratione Coscantium; quare Radius Rb , ut & reliqui parum dispersi, refringuntur quasi ex eodem puncto r procederent, estque r punctum dispersus refractorum Radiorum.

1129. Et in hoc casu, in quo Radii ex medio minus refringente in magis refringens transeunt, divergentes Radii minus divergentes fiunt (1117.); & distantia Radiantis à superficie est ad distantiam puncti dispersus, ut sinus Refractionis ad finum Incidentiæ. (Exp.)

De

De Radiis convergentibus eodem modo ^{1130.}
 ratiocinamur. Sit PQ Radius, qui positus ^{TAB. IX.}
 iisdem mediis Z & X , ad punctum datum ^{fig. 5.}
 f dirigitur; ductâ, per f , perpendiculari
 Tf DH ad superficiem media separantem,
 si QT se habeat ad Qf ut Coscans Re-
 fractionis ad Coscantem Incidentiæ, erit
 QT Radius refractus, ut ex ante demon-
 stratis (1127.) sequitur.

Si Radii sint directi, parum dispersi, & con- ^{1131.}
vergentes, transeantque in medium magis re-
fringens, minus convergentes fiunt. Radii,
 inter quos HD , ut li , Ll , qui diriguntur
 ad Focum imaginarium f , in Focum verum
 F , magis distantem concurrunt; quod pa-
 tet, si ratiocinemur ut de Radiis divergen-
 tibus. (1128.) (Exp.)

Radii per easdem lineas moventur, à qua- ^{1132.}
 cunque parte procedant (1082.); ergo ex
 demonstratis de motu, ex medio minus re-
 fringente in magis refringens, deducimus
 quæ spectant motum contrarium.

Radii divergentes in medio magis refringente ^{1133.}
 X , ex puncto F procedentes, moventur, in ^{TAB. IX.}
 medio minus refringente Z , quasi ex f pro- ^{fig. 5.}
 cederent; id est, *magis divergentes fiunt;*
 (Exp.). *Convergentes Radii*, qui ad r ten- ^{1134.}
 dunt, in R concurrunt, & *magis convergen-*
tes fiunt. (Exp.)

Si Radii, quamvis directi, nimium disper- ^{1135.}
 gantur, quæ de punctis dispersis, aut de
 Focis, diximus, ad puncta referri non pos-
 sunt; sed spatium concipitur, per quod
 Radii transeunt, quod eo majus est, quo
 Radii magis disperguntur. Quæ

- Quæ spectant Radios obliquos divergentes, aut convergentes, altioris sunt indaginis: in Scholiis Elem. ipsa demonstramus:
1136. hic indicasse sufficiat, *Radios ex R procedentes, si non admodum dispergantur, sed obliquè incident in superficiem E S, refringi quasi procederent ex puncto eo magis à puncto r remoto, quo magis obliqui sunt radii.*

CAPUT VI.

De Refractione Luminis, positis Mediis Superficie sphaerica separatis.

1137. **C**asus plures examinandos habemus, quos breviter perlustrabo; primum generaliter quæ ad hunc motum pertinent indicabo, postea peculiariora quædam addam.
- TAB. X. **Sint Z & X media superficie sphaerica,**
 fig. 1. 2. **cujus centrum est C, separata, illud minus,**
 3. 4. **hoc magis refringens.**
1138. *Radius incidens, qui per centrum transit, aut continuatus transiret, Refractione non à viâ deflectitur (1085.); nam superficies sphaerica, potest haberi pro constanti ex innumeris minoribus planis, quæ perpendiculares sunt ad extremitates diametrorum.*
1139. *deflectitur (1085.); nam superficies sphaerica, potest haberi pro constanti ex innumeris minoribus planis, quæ perpendiculares sunt ad extremitates diametrorum.*
1140. Ideò anguli Incidentiæ, & Refractionis, illi sunt, quos Radii incidentes, aut refracti, cum talibus lineis efficiunt.
1141. Sit NM Radius incidens; quæritur refractus. Per centrum C ducuntur CM, ut & BCD, Radio NM parallela; & sumto pun-

puncto d ad libitum, in angulo $M C d$ applicari debet linea $d m$, quæ se habeat ad $d C$, ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, & Radius refractus $M D$, aut $M d$, parallelus erit ipsi $m d$.

$M C$ cum $C D$ ab unâ parte efficit angulum obtusum, ad alteram acutum: quando $d m$ superat $d C$, in angulo obtuso applicatur illa; si non, angulo acuto utimur; hoc semper contingit in transitu ex medio magis refringente in minus refringens.

Si in hoc casu $d m$ non satis longa sit, ut applicatio fieri possit, Refractio impossibilis est, & Radius in medium minus refringens non transit. In hoc casu si ex noto angulo Incidentiæ, computatione quæramus angulum Refractionis (1090.), hunc recto majorem detegimus; quod impossibilem Refractionem demonstrat.

Sinibus angulorum, Incidentiæ & Refractionis, proportionales fecimus $m d$, $d C$, quæ sunt ut $M D$, $D C$; unde deducimus refractum Radium benè fuisse determinatum, si ad duo sequentia attendamus.

In omni triangulo, angulorum sinus oppositis lateribus proportionales esse: & angulum quemcunque cum suo complemento ad duos rectos eundem sinum habere.

Unde sequitur in triangulo $M D C$, latera $M D$, $D C$ esse inter se, ut sinus angulorum $M C D$, aut $M C B$, & $C M D$; qui sinus ergo sunt, ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis: angulus autem $M C B$ æqualis est angulo Incidentiæ (29. El. I.); ergo

go $CM D$ est ipse angulus Refractionis, aut hujus complementum ad duos rectos.

1148. Quando punctum D cadit in medio, in quo Radius incidens datur, ut contingit, quando convexitas separationis datur ad partem medii magis refringentis, Radius refractus non est ipsa linea DM , sed est hujus continuatio.

1149. Ex hisce deducimus, quomodo *Radii directi paralleli, parum dispersi*, refringantur *in transitu ex medio in medium, si superficie sphaerica hæc separentur.*

Radius AB non deflectitur; $a b$ refringitur, & fit bF , aut bf , estque bF ad FC , ut sinus Incidentiæ ad sinus Refractionis; cum autem Bb sit exigua, BF & bF ad sensum sunt æquales. Si ergo F determinetur ita, ut BF sit ad FC in dictâ ratione sinuum Incidentiæ & Refractionis, F erit Focus, aut punctum dispersus, omnium refractorum Radiorum ipsi AB parallelorum, & quibus hic ad exiguam distantiam circumdatur. Radii hi refracti *convergentes sunt, quando convexitas separationis datur ad partem medii minus*

1150. *refringentis, tunc concurrunt in F . In contrariâ superficie dispositione divergentes sunt, & moventur, quasi procederent ex F . (1148.)*

1151. Nunc generaliter considerabimus omnes casus diversos Radiorum directorum & parum dispersorum.

Circa omnes observandum Radios qui ex puncto procedunt, aut ad punctum tendunt, quos dicimus ad unum punctum pertinere, post Refractionem ad sensum moveri, quasi quo-

quoque ad unum punctum pertinerent ut de parallelis demonstravimus; quod in Scholiis Elem. videmus; in quibus de determinandâ Refractione in omnibus casibus generalem demonstramus Regulam; quam, magis simpliciter poterimus exprimere, si punctum, ad quod Radii pertinent, dicamus horum Radiorum punctum. Hæc autem est Regula:

Distantia inter punctum Radiorum incidentium & punctum refractorum parallelorum, à contrariâ parte procedentium, se habet ad distantiam inter idem punctum incidentium & superficiem, quæ media separat, ut distantia inter memoratum punctum parallelorum, à contrariâ parte procedentium, & centrum superficiæ ad distantiam inter superficiem & punctum Radiorum refractorum.

Sit Z medium minus refringens, X magis refringens; R punctum incidentium, si-
ve sit Radians divergentium, si-
ve Focus im-
giharius convergentium; sit E Focus (1149.),
aut punctum dispersus (1150.), Radiorum
parallelorum à contrariâ parte procedentium;
 C centrum superficiæ BV , quæ media separat;
tandem sit F punctum Radiorum refractorum;
id est, Focus convergentium, aut punctum dispersus
divergentium. Juxta Regulam (1152.), RE est ad RV ,
ut EC ad VF ; circa quam proportionem observandum,
 VF ad eandem partem poni cum EC , quando
 RE & RV ad eandem partem dantur puncti
 R , si verò R cadat inter E & V , in contrarias
partes sumuntur EC , VF .

Ex-

1154. Eadem hæc quatuor figuræ, ubi agitur de motu contrario, usu veniunt; tunc F est punctum incidentium, & R punctum refractorum; sed tunc pro E adhibere debemus e , Focum Radium parallelorum oppositorum, & proportio mutatur in hanc: eF se habet ad FV , ut eC ad VR .

Si neglectâ accuratâ Refractionis determinatione velimus omnes casus separatim perillustrare, tantum ad hoc debemus attendere, utrum Refractio fiat ad perpendicularem, an ab hac, & sequentia facillè detegemus.

1155. Si *Lumen ex medio minus refringente transeat in magis refringens, separatis bis superficie sphericâ, cujus convexitas datur ad partem medii primi, hæc obtinent.*

Paralleli Radii convergentes fiunt. (Exp.)

1156. *Divergentes Radii, remoto satis Radiante, convergentes quoque fiunt; accedente autem Radiante, removetur Focus, & contra. (Exp.)*

1157. *Ita potest admoveri punctum Radians ad superficiem media dirimentem, ut Focus ad distantiam infinitam recedat; id est, ut Radii refracti paralleli fiant. (Exp.)*

1158. *Si magis accedat punctum Radians R , divergentes fient Radii refracti, minus tamen divergentes quàm incidentes. (Exp.)*

1159. *Si Radii incidentes convergentes sint, & ad centrum superficiei sphericæ tendant, nullam patiuntur Refractionem.*

1160. *Si aliud punctum versùs dirigantur, cùm perpendicularem versùs refringantur (1080. 1101.), ita inflectuntur Radii, ut Focus Radium horum convergentium semper detur in-*

inter centrum superficiiei media dirimentis, (ad quod perpendiculares omnes diriguntur) & punctum, ad quod Radii incidentes tendunt. Id est, si *Focus imaginarius incidentium* detur ad minorem distantiam quàm centrum, minus convergentes sunt Radii refracti : si ultra centrum detur hinc Focus imaginarius, magis convergentes erunt Radii refracti. (Exp.)

Si nunc concipiamus superficiem converti, 1161. & convexam esse hanc ad partem medii magis refringentis, & Lumen, ut in casibus præcedentibus, ex medio minus refringente in magis refringens transire, phænomena eodem modo deteguntur, considerando Refractionem fieri ad perpendicularem.

Radii paralleli fiunt divergentes. (Exp.)

Si Radii divergentes sint, & Radians detur 1162. in centro superficiiei, quæ media separat, Radii, Refractione, non inflectuntur.

Si Radians minus à superficie distet, Radii 1163. refracti minus divergentes erunt. Si autem Punctum radians magis quàm centrum à superficie removeatur, refracti Radii magis disperguntur quàm incidentes. (Exp.)

Si Radii fuerint convergentes, & Focus ima- 1164. ginarius detur in medio magis refringente ad exiguam distantiam à superficie media separante, refracti Radii etiam convergunt, sed minus quàm incidentes. (Exp.)

Si magis recedat Focus imaginarius Radiorum incidentium, id est, si hi minus conver- 1165. gant, etiam minus convergent Radii refracti, donec, recessu Foci imaginarii, refracti paralleli sint. (Exp.)

1166. *In majori recessu Foci imaginarii divergentes fiunt refracti Radii. (Exp.)*

1167. *Eodem modo determinamus, quæ locum habent in transitu ex medio magis refringente in minus refringens; & primum quidem si convexa superficies ad partem medii minus refringentis detur.*

Radii paralleli post Refractionem in Focum concurrunt. (Exp.)

1168. *Etiam in punctum, aut Focum, conveniunt Radii ex puncto radiante manantes, & accedente hoc recedit illud, & contra. (Exp.)*

1169. *Ita potest disponi punctum radians, ut Focus ad distantiam infinitam detur, id est, ut Radii refracti paralleli sint. (Exp.)*

1170. *Si ulterius accedat punctum radians, refracti divergentes sunt; minus divergentes quam incidentes, si punctum radians magis distet à superficie quam centrum. (Exp.)*

1171. *Si autem Radians detur inter superficiem & centrum, Radii refracti magis divergentes erunt.*

1172. *Si Radii fuerint convergentes, magis in omni casu convergentes sunt. (Exp.)*

1173. *Considerandi supersunt Radii, qui ex medio magis refringente in minus refringens transeunt, positâ superficie cavâ ad partem medii minus refringentis. Si hi Radii paralleli sint, Refractione divergentes fiunt. (Exp.)*

1174. *Si à puncto radianti procedant, magis sunt divergentes. (Exp.)*

1175. *Et cum accessu puncti radiantis continuo magis ac magis divergunt. (Exp.)*

1176. *Convergentes Radii, qui ad centrum superficiei sphaericæ tendunt, nullam subeunt mutationem.*

Si

Si magis aut minus convergant, Focus imaginarius incidentium semper datur inter centrum superficiei media separantis, & Focum refractorum, qui potest in infinitum recedere, ita ut Radii refracti paralleli sint. (Exp.)

Si plura dentur puncta radiantia, & ex singulis Radii directe transeant in medium magis refringens, per superficiem sphaericam convexam ad partem medii minus refringentis, posita Radiantium distantia satis magna, hæc singula Focum suum habebunt (1156.), horum autem unusquisque datur, cum suo Radiante, in eadem linea recta, quæ per centrum sphaeræ, cujus portionem efficit superficies, transit. Quando Radiantia omnia æqualiter distant ab hac superficie, quæ media separat, Foci etiam omnes æqualiter ad oppositam partem ab hac removen-
tur. Cum verò omnes dictæ lineæ transeant per idem punctum, duas hæ efficiunt pyramides, oppositas ad verticem, & similes; quare omnes Foci disponuntur inter se, ut ipsa puncta radiantia, sed in situ inverso. Si Foci hi in superficiem albam cadant, & extraneum Lumen non nimium vividum sit, picturam inversam exhibent punctorum radiantium. Requiritur autem ut puncta radiantia exiguum occupent spatium, aliter Radii, à singulis procedentes, non pro omnibus erunt simul directi & parum dispersi. (Exp.)

Quæ Radios parallellos obliquos, parum dispersos, spectant, hic tantum indicabimus; ea in Scholiis Elem. demonstramus.

1179. Sit X medium magis refringens, Z medium minus refringens; transeat Radius AB
 TAB. XI. eg. 1. 2. ex uno medio in aliud, obliquè incidens in
 superficiem sphæricam, media dirimentem,
 & cujus centrum est C. Per hoc ducimus
 HCD, parallelam ad AB, & determinamus.
 Radium refractum BD (1141.); ad hunc
 demittimus perpendicularem CL, cui BG
 parallelam ducimus, secantem in G lineam
 DC. Per B ad superficiem, media separan-
 tem, Tangens ducitur, quæ eidem lineæ
 DC in H occurrit. Puncta H & L lineâ
 junguntur, quæ secat BG in I. Si per I,
 ad AB, ducatur parallela, secabit hæc Ra-
 dium refractum BD in F, in quo puncto
 cum hoc Radio concurrunt, post Refractio-
 nem, omnes Radii ipsi AB paralleli, & pa-
 rum ab hoc distantes.

1180. Quomodo, si Radii obliqui sint divergen-
 tes, aut convergentes, & parum dispersi,
 Focum, aut Punctum dispersus, detegamus,
 in Scholiis Elem. quoque demonstramus.

1181. *Omnes mutationes in Lumine, de quibus
 hoc Capite actum, eò magis sunt sensibiles,
 quo superficies, media dirimens, est magis cur-
 va, id est, minoris Sphæræ portio.*

C A P U T VII.

*De Motu Luminis trans Medium magis re-
 fringens. Ubi de Lentium affectionibus.*

1182. **V**itrorum frequens usus est; aëre densius
 est vitrum, & pro ratione densitatis ma-
 gis

gis refringens (1094.); ex aëre in aërem, trans vitrum, Radii penetrant. Pro variis superficiebus, quibus terminatur vitrum, diversas in hoc motu Lumen mutationes subit; quæ ut determinentur, vitra, aut media quæcunque, medio minus refringente circumdata, & variis superficiebus terminata, examinanda sunt. *Considerando solas superficies planas, & sphericas, sex Classes dantur.*

1. Medium tale planum est ab utrâque parte. 1183.
2. Ab unâ parte planum, ad alteram convexum.
3. Ab utrâque parte convexum.
4. Ab unâ parte planum, ad alteram cavum.
5. Cavum utrinque.
6. Terminatur superficie cavâ, & opposita convexa est.

DEFINITIO I.

Si de vitro agatur, & crassitiem non magnam habeat, in quinque ultimis casibus, vitrum tale Lens vitrea dicitur. 1184.

In secundo & tertio casu Lens dicitur convexa; si tamen hi casus distinguendi sint, in secundo casu dicitur plano-convexa. Eodem modo in quarto casu dicitur plano-cava; licet & hic casus cum quinto sequenti ad cavas Lentes generaliter referatur. Lens autem cavo-convexa ad cavas aut convexas Lentes refertur, prout illa, aut hæc superficies, prævalet; in quo ultimo casu Lens dicitur Meniscus. Prævalet autem superficies cujus curvatura major est, id est, quæ minoris sphæræ portio est.

DEFINITIO 2.

In omni Lente, aut medio quocunque, ut dictum terminato, Axis vocatur Linea recta, quæ 1185.

ad ambas superficies perpendicularis est. Quando ambæ superficies sunt sphæricæ, per ambarum centra transit axis; positâ verò alterâ superficie planâ, perpendiculariter ad hanc per aliûs centrum procedit.

1186. Lentes regulares orbiculares sunt, & axis per Lentis centrum transit, in quo casu hanc benè centrata[m] dicunt.

In transitu Luminis per medium, duabus superficiebus planis parallelis terminatum,

1187. *Radiatorum directio non mutatur* (1084.), qui casus in vitris planis exstat.

In demonstrandis, quæ spectant transitum Luminis per Lentes, tantum considerabimus Radios parum dispersos, ut in præcedentibus, & primùm quidem directos. Tales verò illi sunt, inter quos unus datur, qui cum axe Lentis coincidit. (1123. 1185.)

1188. *Lentium convexarum quarumcunque proprietates est, quod Radii in transitu versùs se mutuo inflectantur; eò magis, quo major est convexi-*

1189. *tas: Cavarum autem, quod Radii à se mutuo deflectantur; magis pro majori cavitate.* Nam per vitrum planum Radorum directio non mutatur (1187.), inflectendo autem unam, aut ambas superficies, alia datur Radorum directio: magis Lentis axem versùs inflectuntur ex convexitate superficie[i] vitri, & excavando superficiem ab axe deflectuntur; ut clarè patet in omni casu, comparando inflexionem in superficie planâ ad axem perpendiculari, cum inflexione in superficie sphæricâ. Et differentia inflexionum, id est, directionis Radorum mutatio, cum di-
- stan-

stantiâ ab axe crescit. Ex quibus Lentium proprietates sequentes deducimus.

Radios parallelos, transeundo per Lentem convexam, in Focum concurrere. (Exp.) 1190.

Radios divergentes aut minus divergere, aut parallelos fieri, aut tandem convergere; in quo casu recedente puncto Radiante accedit Focus, & vice versâ: Casus autem hic extat, quando punctum Radians à Lente magis remotetur, quàm ab hac distat Focus Radiorum parallelorum. (Exp.) 1191.

Tandem Radios convergentes magis in egressu Luminis convergere. (Exp.) 1192.

Lentium cavarum proprietates ex generali propositione (1189.) quoque deducimus.

Radii paralleli, transeundo per Lentem cavam, divergentes fiunt. (Exp.) 1193.

Divergentes magis divergunt. (Exp.) 1194.

Convergentes aliquando minus convergunt; si, in hoc casu, incidentium Radiorum convergentia minuatur, ita bi poterunt dirigi, ut exeuntes paralleli sint; si tunc adbuendum minus convergentes fiant incidentes, in exitu dispergentur. (Exp.) 1195.

Generales Lentium affectiones demonstravimus, de ipsis Refractionibus accuratè determinandis nunc agemus; sed propositiones tantum indicabimus; has in Scholiis Elem. demonstramus.

Datâ Lente, duabus superficiebus sphericis terminatâ, queritur punctum concursus, aut dispersus, Radiorum parallelorum. 1196.

Multiplicatur Rectangulum ex semidiametris superficierum per numerum, qui si-

344 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

- num Refractionis in vitro exprimit, & dividitur productum per differentiam sinuum in aëre & vitro. Diviso quotiente hoc per distantiam inter centra, id est, per summam semi-diametrorum, quando utraque superficies est cava, aut convexa, & per differentiam, quando una cava est & altera convexa,
1197. in quotiente dabitur *distantia puncti quæsti à Lente; quæ eadem est à quacunque parte Radii procedant.*
1198. Ratio Refractionis ex aëre in vitrum illa est, quæ datur inter 17. & 11. (1091.), proximè ut 3. ad 2. Ergo multiplicatio fit per 11. & divisio per 6; aut simpliciter multiplicatio per duo.
1199. Si superficies una plana sit, semi-diameter fit infinita, & pro æquali habetur ipsi summæ aut differentiæ semi-diametrorum; in hoc casu semi-diameter superficiæ sphericæ multiplicatur per 11, & dividitur per 6; aut duplicatur, neglectâ accuratiori determinatione.
1200. Puncta, quæ hisce computationibus detegimus, sunt puncta concursus, si agatur de Lentibus convexis (1188), & puncta dispersus si cavæ fuerint. (1189.)
- Si Radii directi, divergentes aut convergentes, in Lentem incident, motum post transitum hac proportionem detegimus.
1201. *Ut distantia, inter punctum, ad quod Radii incidentes pertinent, & punctum parallelorum Radiorum, à contrariâ parte procedentium, ad distantiam inter primum ex his punctis & ipsum vitrum, ita ultima hæc distantia ad distantiam in-*

inter punctum incidentium & punctum quæsitum refractorum. Circa quam proportionem observamus, punctum refractorum semper dari respectu puncti incidentium ad eandem partem, ad quam respectu hujus ejusdem datur indicatum punctum parallelorum.

Quæ diximus spectant Radios directos, inter quos unus coincidit cum axe Lentis, qui in transitu directionem suam servat. Hoc autem non est peculiaris hujus Radii proprietas; omnes, qui per centrum Lentis trans-1202. eunt, directionem quoque servant.

Sit V Punctum medium Lentis; AB hu-^{TAB. XL} jus axis; CD Radius incidens, qui, refra-^{fig. 3.} ctus per DE, transeat per V; hic, si Lens sit æqualiter convexa, aut cava, ad utramque partem, exhibit ex vitro in E, ubi superficies parallela est superficiei in D, & refractus Radius EF parallelus erit incidenti CD (1084.), id est, eandem sequetur directionem. Si Lens tenuis sit, lineæ CD & EF sensibilibus eandem efficiunt rectam.

Si Lens inæqualiter convexa, aut cava, 1203. sit, punctum intersectionis Radiorum, non deflexorum, non in medio crassitie vitri datur. Quando una superficies Lentis plana est, punctum hoc datur in intersectione axeos Lentis & superficiei sphæricæ. In Lente cujus una superficies cava est, & altera convexa, punctum, de quo agitur, extra Lentem datur ad partem superficiei, quæ est portio minoris Sphære.

Si plures Radii per idem hoc punctum trans-1204. eant, incidentes, & refracti, duas efficiunt

Z 5

py-

pyramides similes, quæ, in eodem illo puncto, verticem communem habent.

1205. *Si Radii incidentes sint obliqui, distantia Focorum Radiorum exeuntium, minores sunt quam in Radiis directis, & reliquæ mutationes sunt magis sensibiles, propter duplicem irregularitatem in Refractione, primam in ingressu, secundam in egressu.*

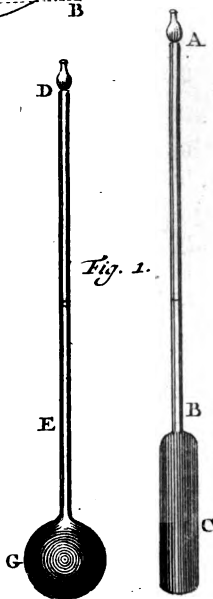
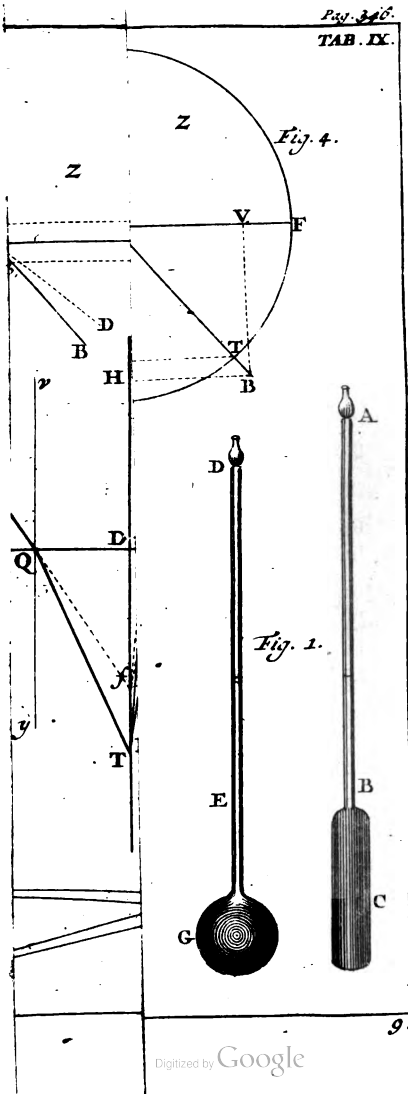
1206. *Si tamen Radii sint parum obliqui, & per centrum Lentis transeant, Refractio vix differt à Refractione directorum.*

1207. Sit R Punctum Radians in axe Lentis, TAB. IX. ita à Lente convexâ V remotum, ut Focum
fig. 6. habeat F; sit r aliud Radians, & rVf Radius cujus directio non mutatur (1202.); cum hoc alii, parum dispersi, concurrunt ad distantiam Vf , quæ, si rV æqualis sit RV , vix differt ab VF . Mathematicè si rem consideremus, VF superat Vf , & concursus directus magis perfectus est, sed differentię exiguæ sunt.

1208. Si præter hæc & plura alia dentur Radiantia, ex quibus etiam Radii parum obliqui in vitrum incidant, lineæ rectæ, quæ ex singulis Radiantibus ad horum Focos tendunt, efficiunt duas pyramides oppositas similes (1204.), quarum una pro basî habet ipsa Radiantia, altera horum Focos.

1209. Si Foci hi in planum album cadant, singula puncta radiantia illustrent punctum respondens in plano; & omnes Foci simul dant picturam inversam Radiantium, qualem similem jam antea indicavimus. (1178.)

Sit Candela lucens à Lente ultra Focum
Ra-



Radiatorum parallelorum remota. Convertatur Lens ut hujus axis per flammam transeat, dabitur Candelæ pictura inversa in chartâ ad justam distantiam positâ, & Lenti parallelâ. (*Exp.*)

Ut ope Lentis convexæ flammam Candelæ exhibemus, sic ipsum Corpus solare, positâ Lente, ut hujus axis per Solem transeat, exhibere possumus; in hoc casu Radii solares, qui per integram Lentem transeunt, in exiguum spatium reducuntur, in quo casu *Lens convexa est Vitrum causticum*. Hi Radii sic in Foco collecti, violenter urunt. (*Exp.*)

Quando propter Lentis magnitudinem, non satis exactè colliguntur Radii, antequam ad Focum perveniant, per secundam minorem convexam Lentem transmittuntur, quo in minus spatium rediguntur, ita ut magis violenter comburant.

CAPUT VIII.

De Visu, ubi de Oculi constructione.

Quas Luminis proprietates Refractionis, que leges explicavimus, mirandum, in objectis Menti nostræ repræsentandis, usum habent.

His legibus objecta in fundo Oculi pulcherrimè, propriis suis coloribus ornata, depinguntur; hæcque pictura, ut in sequentibus dicam (1220.), occasio est Idearum, quæ in Mente circa res visas excitantur.

Quo-

Quomodo autem hæc pictura in Oculo efficiatur, explicari non potest, nisi examinata nondum memorata Luminis proprietate; Radiorum nempe divisibilitate captum nostrum superante.

1213. *Corpora pleraque*, inter hæc opaca omnia, exactissimè polita, ut & perfectè nigra, excipias, si quæ dantur, dividendi Luminis proprietatem habent; *repercutiunt Lumen ita, ut à singulis punctis Radii percussii dividantur, & omnes partes versùs recedant, & singula puncta Corporis sint quasi puncta radiantia*, quibus Lumen omnes partes versùs dispergitur.

1214. Unde deducimus methodum, qua objecta in plano albo depinguntur; singula enim puncta Corporis illuminati, & remoti, ex quibus Radii ad Lentem convexam perveniunt, post Lentem Focum suum habent. (1091.). Objectorum distantium, licèt inæqualiter, Foci sensibiliter eandem ad distantiam à Lente dantur; hisce in eodem plano, objecta hæc, repræsentari possunt, ut de Flammâ antea diximus (1209.). Repræsentatio hæc, ut de illâ vidimus, inversa est, propter Radiorum intersectionem transeundo per Lentem; & sensibilis est in loco obscuro, in quo Lumen per solam Lentem intrat, & quidem illud solum, quo objecta depinguntur.

Hæc obtinent, ubicunque Lens ponatur, & quidem circa omnia objectorum puncta, Luminis Radiis illustrata, à quibus lineæ rectæ non interruptæ ad Lentem duci possunt,
ita

Fig. 1.



Fig. 3.

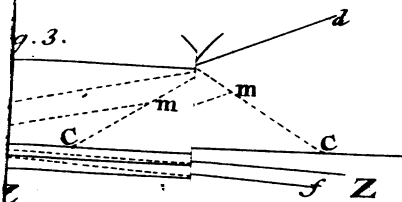


Fig. 5.

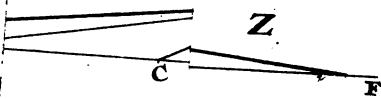
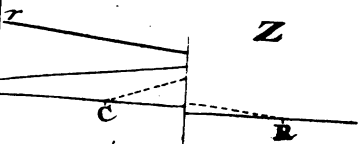
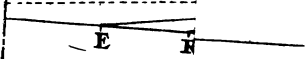


Fig. 7.



ita ut eodem Experimento probetur divisi-
bilitas memorata in Lumine, & dividendi
Luminis capacitas in Corporibus Lumen re-
percutientibus.

In loco obscuro foramen detur, cui varia^{1215.}
respondeant objecta, ad distantiam ad mini-
mum quinquaginta pedum, & majorem, re-
mota. In hoc detur Lens convexa, quæ
colligit Radios parallelos ad distantiam qua-
tuor aut quinque pedum; si ad distantiam à
Lente, quæ hanc superat, sed vix sensibili-
ter, ponatur planum album, Lenti paralle-
lum, in hoc objecta memorata, pulcherrimis
coloribus ornata, depinguntur. Notandum
motu plani, aut Lentis, detegi distantiam,
ad quam objecta exactissime repræsentantur.
(Exp.)

Hæc objectorum Repræsentatio magnam
cum illâ, quâ in fundo Oculi objecta visa de-
pinguntur, affinitatem habet, ut ex Oculi
constructione patebit.

Oculi Figura, si Capite extrahatur, præ^{1216.}
terpropter est sphærica: nihilominus pars
anterior est paululum magis convexa.

Oculi sectio in hac Figurâ exhibetur.

Pars magis convexa A A, est translucida, TAB. XI.
& *Tunica cornea* vocatur. fig. 4.

Totum Oculi integumentum, Corneâ ex-
ceptâ, vocatur *Sclerotica* B A A B; pars Scle-
roticæ anterior, quæ Corneæ adjacet, te-
nui Tunicâ tegitur, quæ vocatur *Adnata*, &
efficit *Album Oculi*; Adnata tegit etiam Cor-
neam, sed ita tenuis ibi est, ut difficulter
detegatur.

Ab

Ab interiori parte, cum Corneâ, juxta circumferentiam, cohæret Tunica, *Uvea* dicta, quæ plana est, & in medio foramen habet *pp*, quod nominatur *Pupilla*.

Uvea constat ex fibris circularibus, concentricis, ad angulos rectos per rectas fibras, ad centrum tendentes, intersectis. Si primæ inflectuntur, relaxantur secundæ, & *Pupilla* minuitur; augetur motu fibrarum contrario.

In medio Oculi, magis tamen partem anteriorem versùs, datur Corpus molle, translucidum, *CC*, Lenti convexæ simile, cujus superficies posterior convexitate anteriorem superat. Vocatur *Humor crystallinus*, axis hujus cum Oculi axe, per centra *Pupillæ* & bulbi Oculi transeunte, coincidit.

Sustinetur crystallinus Humor filis, quæ in singulis punctis circumferentiæ hujus cohærent, & interiori parti Oculi annectuntur juxta circumferentiam Corneæ: in formam arcûs inflectuntur, & Musculi sunt; nominantur *Ligamenta ciliaria*; duo videntur in *IC*, *IC*. Omnia inter se cohærent, & cum Crystallino separationem in Oculo efficiunt; huncque in duas cavitates, unam anteriorem *pp*, alteram posteriorem *SS*, dividunt.

Anterior cavitas repletur fluido aquæ simili, dicitur *Humor aqueus*.

Cavitas posterior repletur Humore translucido, ejusdem circiter densitatis cum Humore aqueo, sed non æquè fluido; *Humor Vitreus* vocatur.

Superficies posterior, & interior, Oculi
Tu-

Tunicâ tegitur, *Choroides* dictâ; hanc iterum tegit Membrana tenuissima, cui nomen *Retinae* datur.

Nervus opticus NN, ad posteriorem bulbi Oculi partem, paululum ad latus, huic inferitur & ita cum Oculo jungitur, ut exterius nervi integumentum cum Scleroticâ cohæreat, & sequens cum *Choroïde*; *Fibræ* autem, ex quibus *Retina* constat, concurrunt, & medullam nervi constituunt.

Oculus in Capite movetur variis Musculis, cum Scleroticâ cohærentibus, de quibus non agam; Oculi constructionem cum relatione ad motum Luminis considero, reliqua cum scopo nostro relationem non habent.

Radii à puncto quocunque procedentes, & qui 1217.
per pupillam Oculum intrant, ex medio minus refringente in magis refringens, per superficiem sphæricam transeunt, ideòque, positi
justâ puncti distantia ab Oculo, Radii post Refractionem convergunt (1156.); quare, *positis* 1218.
Corneâ & Humore aqueo, dabitur pictura inversa objectorum in Oculo. (1213. 1214.)
(Exp.)

Pictura memorata in Oculo, ad nimiam distantiam à Corneâ, & ultra fundum Oculi, caderet, minuitur idcirco distantia ope 1219.
Humoris Crystallini, cujus vis refringens superat vim refringentem mediorum illum circumambientium; Radii convergentes in Humore aqueo, trans Crystallinum, in Humorem Vitreum penetrant; id est, ex medio minus refringente, trans medium magis refrin-

fringens, duabus superficiebus sphæricis convexis terminatum, in minus refringens; quo motu convergentes Radii magis convergentes fiunt (1192.), & citius concurrunt, ita ut *pictura memorata intra Oculum cadat.* (Exp.)

1220. *Objecta, quæ, ut explicavi, in fundo Oculi depinguntur, in Retinâ delineantur; & motu Luminis fibræ tenuissimæ, ex quibus Retina constat, agitantur; qua positâ agitatione, illa ipsa objecta videmus.* Sed quo modo hoc contingat, distinctius explicare debemus; quem in finem illis, quæ, occasione Soni, superius de Sensationibus diximus (858.), varia nunc addam.

Perceptiones cum nervorum motibus respondent (858.), & quidem ita, ut, Corpore benè constituto, nunquam determinata detur nervi determinati agitatio, nisi statim determinata perceptio Menti præsens sit.

1221. *Nihil tamen commune datur inter nervi agitationem, & perceptionem, quæ huic respondet.*
 1222. *Nihil ergo etiam commune datur inter objectum, in quo causa agitationis nervi hæret, & perceptionem, id est, inter perceptionem & objectum quod percipitur.*

1223. *Ergo sensus per se nihil docent.* Tactum solum excipimus; quia hic Corporum diversas resistentias indicat, ex quibus plura circa Corpora immediatè discimus.

Omnes Sensationes hoc commune habent;

1224. *easdem perceptiones Menti singulis vicibus iterum præsentés fieri, quoties eadem circumstantiæ redeunt.*

1225. *Conferendo nunc inter se, quæ de diversis*

sis circumstantiis redeuntibus, diversis Sensibus, detegimus, præcipuè attendendo ad illa, quæ Tactus nos docet, longâ experientiâ tandem acquirimus facultatem, quâ plura circa objecta externa distinguimus.

Nunquam autem aliquid Sensibus distingui-1226. mus, nisi præsentē peculiari Sensatione, ab omni aliâ distinctâ; quæ cū regulariter nunquam adsit, nisi positis determinatis circumstantiis (1224.), quarum cognitionem, indicatâ comparatione (1225.), longo usu acquisivimus; Idea circumstantiarum, id est, Idea illorum, 1227. quæ de objecto detegimus, ita cū ipsâ Sensatione jungitur, ut postea nunquam ab hac separetur.

In innumeris occasionibus, Homines conjungunt Ideas, inter quas nihil commune datur, quas deinde pro inseparabilibus, & suâ naturâ conjunctis, habent; sed hæc non sunt hujus loci, de his in Logicâ egimus; in quâ etiam, quæ Sensus spectant, fusiùs explicavimus.

Sed ad Visionem redeamus. Omnes Radii, qui ab uno puncto visibili procedunt, concurrentes ubi punctum in fundo Oculi pingitur, *determinatam ibi produciunt fibrillâ 1228. agitationem ab omni aliâ distinctam, & similem produciunt singula puncta objecti, quod in Oculo delineatur.*

Ideò *Visio tantum distincta est, quando 1229. objecta accuratè in fundo Oculi depinguntur.* (1226.)

Quando Radii, ab eodem puncto manantes, 1230. non exactè in Retinâ junguntur, illius pictura

Tom. II.

Aa

non

non est punctum, sed macula, quæ confunditur cum picturis punctorum vicinorum; in quo casu *Visio confusa est.*

1231. Cum autem, *pro variâ puncti radiantis distantia*, hujus Focus magis aut minus removeatur (1156.), *neceſſe eſt, ut mutatio detur in Oculo, ne locus in quo pictura eſt exacta, ante aut poſt Retinam cadat, & Visio confuſa ſit.*

- De hac mutatione variæ dantur Philoſophorum ſententiæ; circa quas in genere notabo, *minimè probabile eſſe, totius Oculi figuram mutari, ad removendam aut admovendam Retinam, & in interiori Oculo mutationem quærendam eſſe.*

Nam ſi figura Oculi mutaretur, cum in omnibus Animalibus æquè neceſſaria ſit mutatio, de qua agitur, in omnibus Animalibus Oculi figura eaſdem ſubibit mutationes; ejuſdem enim effectûs cauſas varias in rerum naturâ non deprehendimus. In Balænâ verò Sclerotica nimium eſt dura, ut variationi obnoxia ſit. Ulterius, ſi talis detur mutatio in toto Oculo, orietur hæc ex Muſculorum externorum preſſione, quæ pro vario Oculi ſitu diverſa erit, & tantum regularis in uno caſu.

1233. Non etiam ſatis magna poteſt dari figuræ mutatio, ut Visio ſit diſtincta ad diſtantiâ centum pedum, & ad diſtantiâ duorum pollicum; dantur autem Homines quorum Oculi ſatis mutantur, ut in his diverſis circumſtantiis diſtinctè videant; quod fieri non poſſet, niſi duplicatâ ferè Oculi longitudine,

ne, si huic causæ distinctam Visionem tribuamus.

Si nunc Oculum in interiori examinemus, 1234. mutationem in CrySTALLINO necessario dari patebit; qui translatione in Oculo, aut mutatione figuræ, desideratum effectum præstabit; Radii enim, Retinam ante concursum secantes, in Retinâ concurrent, si convexior fiat CrySTALLINUS Humor (1188.); aut si, servatâ hujus figurâ, ipse magis anteriorem Oculi partem versus feratur.

CrySTALLINI Humoris situm facile mutari, il- 1235.
lumque ad Retinam accedere, & ab hac recedere, manente illius Axe, ex eo liquet, quod Ligamina ciliaria musculosa sint: quando hi Musculi inflantur, & breviores fiunt, minuitur cavitas quæ ex inflexione horum Ligaminum formatur in Cl, Cl; quo comprimitur Humor vitreus, qui ipse in Humorem CrySTALLINUM premit, & hunc propellit, hujusque distantiam à Retinâ auget; quod in Visione objectorum propinquorum requiritur. (1156. 1191.)

Sed hæc translatio sufficiens non est; ideo 1236.
& alia præter hanc in Oculo mutatio datur. Mutatio autem hæc secunda etiam ad ipsum CrySTALLINUM referenda est; *hic, quando à Li-* 1237.
gaminibus ciliaribus trahitur, quo à fundo Oculi recedit, etiam planior fit, quod ubi objecta remota sunt desideratur (1168.); quare *major figuræ mutatio desideratur, quàm* 1238.
si situm immutabilem haberet, id est, mutationem magis sensibilem esse, quod usum quendam habere videbimus (1248.); qui tamen

in Hominibus, duobus Oculis præditis, ple-
runque exiguus est. (1250.)

Limites suos habent hæ mutationes in O-
1239. culo, inde etiam *objecta tantum distincta ap-
parent inter certos limites, ad varias distantias,*
1240. *pro variis Oculis, positos; & sæpissimè, in eo-
dem Homine, non pro singulis Oculis iidem Li-
mites dantur;* quod ejusdem ferè est utilita-
tis, ac si pro ambobus Oculis limites ma-
gis inter se distarent; unico enim Oculo
objectum distinctè videri sat est. In qui-
busdam etiam proximus limes respectu unius
Oculi magis distat, quàm maximè remotus
respectu alterius; in hoc casu objecta pro-
pinqua, & valdè remota, distinctè videntur,
intermedia confusa apparent.

1241. Pictura in fundo Oculi, ut dictum (1218.),
est inversa; unde quæsitum, quare objecta
erecta appareant? Quæstione aliâ responde-
mus; an quis melius concipiat nexum inter
Ideam in Mente & figuram erectam, quàm
eversam? nexum in neutro casu nos ullum
percipere fatemur: Experimentiâ autem ac-
quirimus facultatem judicandi de objectis
per Sensationes, quæ semper, redeuntibus
similibus circumstantiis, præsentis fiunt
(1224.); & non interest in quo situ sint fi-
bræ, si modo pro diversis circumstantiis Sen-
sationes sint diversæ, & pro iisdem eadem.
Non in angulo posita Mens nostra picturam
intuetur; conjungit Mens, cum Sensationi-
bus determinatis, Ideas aliundè acquisitas.
(1227.).

1242. *Ambobus Oculis si idem objectum intueamur,*
uni-

unicum apparet ; illudque in eo casu solo, quando objectum in punctis respondentibus Retinæ depingitur. Hoc à quibusdam tribuitur concursui nervorum opticorum; dicunt in illis Animalibus, quæ idem objectum ambobus Oculis intuentur, nervos opticos concurrere, antequam ad Cerebrum perveniant, ad quod iterum separati pertingunt.

Hæc autem vera causa non est; nam in 1243. Cameleone, qui unum Oculum ad Cælum dirigit, dum alio Terram intuetur, nervi eodem modo confunduntur, ut in Homine; quamvis generaliter in Animalibus, quæ singulis Oculis diversa objecta intuentur, nervi optici ab oculis ad Cerebrum usque separantur.

Vera ratio, quare punctum unicum appa- 1244. ret, est Experientia; quæ constanter nos docuit, duas à punctis nervorum respondentibus oriundas Sensationes ab uno puncto procedere; &, ita in Mente conjunctæ, nunc ambæ hæ Sensationes cum ideâ puncti visibilis etiam junctæ sunt, ut separari à nobis non possint: ut Sensatio, ex unicâ nervi agitatione oriunda, cum puncti visibilis Ideâ confunditur, sic & duas Sensationes cum eâdem Ideâ confundi posse, clarum est; si constanti Experientiâ constiterit, nunquam nisi ab unico puncto visibili has pendere.

Puncta ergo respondentia illa sunt, in qui- 1245. bus idem punctum, eodem tempore in ambobus Oculis pingitur. Puncta hæc differre possunt in diversis Hominibus, ut in Strabonibus; etiam in eodem Homine variare pos-

sunt; si enim ictu, aut aliter, situs CrySTALLINI mutetur, aut aliam mutationem OculUS fubeat, in aliam fibram, cæteris manentibus, puncti pictura cadere potest; objecta in hoc casu duplicata apparent; sed tractu temporis incommodum hoc minuitur, & tandem, longiori nempe EXPERIENTIÂ, evanescit. In Oculis autem bene constitutis puncta respondentia dantur in circulis parallelis inter se, & transeuntibus, in utroque Oculo, per punctum in quo Oculi axis transit per Retinam, & in his circulis æqualiter distant ad eandem partem ab his punctis.

1246. *Unicum tantum punctum eodem tempore distinctissimè videri potest*, quod nempe in axe Oculi repræsentatur; hoc solum Radiis directis pingitur; Ideo, quando ambobus Oculis punctum intuemur, ita dirigimus Oculos, ut axes amborum Oculorum continuati in hoc concurrant; ita rem se habere facile percipimus, quando in aliquod punctum intentos Oculos habemus; aliter plura puncta successivè Oculis lustramus, dirigendo Oculos ita, ut nunc unum tunc alterum in ambobus Oculis distinctè exhibeatur; cum autem hoc subitò fiat, pro omnibus punctis objecti, non admodum extensi, integrum objectum quasi unico intuitu, satis distinctè videmus.

1247. Diversas esse, & quidem variis ex causis, Sensationes ex incurso Luminis in fibras Retinæ, clarum est; hæ tamen non sufficiunt, ad alia debemus attendere, ubi agitur de iudicio de distantia; ut autem objectorum

rum figuras detegamus, & de illorum situ respectivo iudicemus; singulorum punctorum distantias ab Oculo cognoscere debemus.

Quando punctum intuemur, CrySTALLINUS 1248. Humor adipiscitur figuram peculiarem, quæ pro diversâ puncti distantia, diversa est, & pro æqualibus distantis semper eadem (1231. 1237.); cùm autem mutatio hæc CrySTALLINI à determinatâ quadam Sensatione sit inseparabilis, *usu acquirimus facultatem judicandi de* 1249. *distantiâ*; quam semper eandem concipimus quoties eadem Sensatio adest.

Hoc tamen usum tantum habet, *quando distantie sunt exiguæ*; nam tunc mutationes sunt majores. *Ubi autem distantie paulò majores sunt, iudicium de his minus certum est uno Oculo*; quia cùm minus assueti simus uno Oculo de distantis judicare, minores mutationes nobis non satis sunt sensibiles.

Quando duobus Oculis punctum intuemur, axes amborum ad punctum hoc dirigimus, ita ut axes magis aut minus ad se invicem inclinentur, pro minori aut majori puncti distantia (1246.). Hæc situs respectivi Oculorum mutatio nobis sensibilis est, & quidem ita, ut cum dolore conjuncta sit, si de puncto vicino, ad distantiam trium, aut quatuor, pollicum tantum remoto, agatur. Ideò, ne quidem attendendo, usu facultatem acquirimus, de distantia judicandi, *ex axium directione*; quæ nobis sensibilis 1251. est, quia à motu Oculi, nobis sensibili, pendet. Videmus ergo usum duorum Oculorum ad certam à se mutuò distantiam positio-

rum; quamdiu hæc Oculorum distantia sensibilem rationem habet ad objectorum distantiam, de hac judicium satis certum est.

1252. De magnis distantiiis, si de objectis notis agatur, judicium ex magnitudine apparente, Colore, & aliis circumstantiis, fertur. Quod etiam Experientiæ debemus; nam omnia, quæ nobis nota sunt de objecto, in subsidium vocamus ubi Mens distantiam illi tribuit.
1253. De maximis distantiiis impossibile est judicium, nisi ex diversis locis idem objectum observetur.
1254. Magnitudo apparens objecti, pendet à magnitudine picturæ in fundo Oculi; quæ ipsa pendet ab angulo, sub quo objectum videtur; id est, qui efficitur à lineis ab extremitatibus objecti ad Oculum ductis.
1255. Magnitudo hæc apparens distinguenda est à magnitudine, quam Mens nostra tribuit objecto viso; hæc ultima judicio nititur, quod non solam illam apparentiam pro fundamento habet; sed ex omnibus deducitur, quæ nobis de objecto nota sunt. Notum ex. gr. est unicuique, objectum eo minus apparere, quo magis distat; unde pro majori distantia objecti, si hæc nota sit, magnitudo apparens objecti augetur, in judicio Mentis; quod fit ne quidem ad illud attendendo, quia ab infantia semper ita egimus. Idem idem objectum, ad eandem distantiam, diversæ apparet magnitudinis, si judicium de distantia fuerit diversum.
1256. Exemplum notabile habemus in Sole & Lunâ; majores apparentes propè horizontem, quam ad majorem altitudinem; licet,

cèt, ut Astronomis notum, pictura Solis in fundo Oculi sit eadem in utroque casu, & Lunæ pictura minor sit, quando propè horizon-tem major apparet; de distantia iudicium ferre non possumus (1253.); sed major, ex interpositis campis & cœlo, hæc nobis videtur, quando Corpora illa observamus in horizon-tem, aut parum ab hoc remota. Hanc autem veram, & unicam, hujus Phænomeni esse causam, immediate patet, si per tubum eadem Corpora intueamur; distantia apparens tunc evanescit, & cum hac magnitudo, quæ ex ipsâ deducitur. Ab infantia autem continuo, & adhucdum omnibus momentis, ideam distantie cum augmento in magnitudine apparente jungimus, (quod ad verum de magnitudine iudicium ferendum necesse est,) quo hæc idæ ita intimè junguntur, ut separari nequeant (1227.), ne quidem in illis casibus, in quibus novimus illas nos in errorem ducere.

CAPUT IX.

De Visione trans Vitra, & corrigendis quibusdam Oculorum Vitiis.

Objectum visibile est, quia singula hujus puncta sunt puncta radiantia (1220); Punctum ergo apparct in illo loco, ex quo Radii divergentes emittuntur (1249.). Nisi quatenus, propter diversas circumstantias, aliam distantiam fingamus; nam de Visione unico

362. PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

Oculo in his tantum agitur, & judicium est incertum. (1250.)

1258. *Si Radii, utcumque inflexi, divergentes Oculum intrent, dabitur punctum visibile in Radiorum puncto dispersis, eodem enim modo Radii hi Oculum intrant, ac Radii directe ex illo puncto procedentes; eademque, ut in Retinâ concurrant, Crystallini figura & situs requiritur: ita ut respectu Spectatoris non intersit, utrum illi Radii deflexi, an hi directi, Oculum intrent; & idem motus datur in Oculo, cum se constituit, ut Visio sit distincta. (1231. 1249.)*

1259. *Punctum eo magis illuminatum apparet, quo plures Radii, ab hoc procedentes, Oculum intrant.*

1260. De magnitudine & distantia, quas objecto per Vitra tribuimus, nihil dicam; tantum agam de magnitudine apparente; & de distantis, ad quas puncta removentur, ex quibus Radii procedere videntur, quibus puncta objecti in Retinâ pinguntur. Reliqua omnia incerta sunt, &, quæ ab Opticis de hac materia traduntur, sæpe cum Experimentia pugnant. Diversorum Hominum, in iisdem circumstantiis diversa sunt de his judicia; & idem Homo, dum objecta æquè remota per idem Vitrum successivè intuetur, posito Oculo ad eandem distantiam, non semper eodem modo de ipsorum magnitudine & distantia judicat.

1261. Sed quantum de distantia incertum sit judicium & aliter patet; videat quis objectum per Vitrum, & de distantia judicet, & dispo-

sponat ita objectum & Vitrum, ut punctum objecti videat in ipso Vitri limbo, dum nihil de objecto extra Vitrum percipitur; admoveat postea & aliud objectum ita, ut hoc extra Vitrum, eodem Oculo, quo objectum, per Vitrum intuetur, percipiat, & quidem ita, ut objecta juncta appareant, & nihil de hoc objecto in Vitro videat, & ambo objecta in eodem plano appareant; si tunc remoto Vitro Spectator judicet de distantia ultimi objecti, non eadem hæc apparebit, quam judicavit objecti, per Vitrum visi, distantiam.

Objecta visa per Vitrum planum, superficiebus inter se parallelis terminatum, ad minorem distantiam, quam nudis Oculis apparent. Sit TAB. XI.
 A punctum visibile; Radii ex hoc procedentes, & in Oculum penetrantes, dantur inter Ab , & Ab ; hi, refracti in Vitro VV , moventur per bc , bc ; & exeunt per cd , cd , parallelas lineis Ab , Ab (1084.): quia autem bc , bc ad perpendicularem refringuntur (1080.), cd , cd , inter bA & bA cadunt; id est, sese mutuò secant in a , minus distantiam quam A ; Punctum ergo dispersus Radiorum, qui Oculum intrant, est a ; in quo Punctum A apparet (1258.).

Punctum hoc etiam magis illuminatum apparet. Nam omnes Radii inter Ab & Ab Pupillam intrant inter d & d ; cum verò lineæ Ab , Ab sint parallelæ lineis cd , cd , & hæ dentur inter illas, Ab & Ab continuatæ ultra d & d caderent; ideòque, sublato Vitro, Radii, qui nunc Pupillam intrant, majus
 spa-

spatium occuparent, & non omnes in Oculum intrarent. Omne punctum quod magis ad Oculum accedit, magis illuminatum apparet, & ita res in hoc casu sese habet; nam si Pupilla, manente hujus aperturâ, non magis à puncto A distaret, quàm nunc à puncto dispersus a removetur, iidem Radii Pupillam intrarent, quod sequitur ex æqualitate angulorum $b A b$, $c a c$, quos efficiunt parallelæ $b A$, $c a$, & $b A$, $c a$.

1264. *Magnitudo apparens objecti* (1254.) *augetur*
 TAB. XI. *interposito Vitro plano*; objectum $A E$ nudo
 fig. 6. Oculo videtur sub angulo $A d E$; posito vero Vitro $V V$, ob refractionem per $A b c d$ & $E b c d$, videtur sub angulo $c d c$, qui præcedente major est.

1265. *Augmentum magnitudinis apparentis* eo majus est, quo magis differunt anguli $A d E$ & $c d c$; quorum differentia *crescit* cum accessu intersectionum linearum $A d$, $b c$, & $E d$, $b c$, puncta b & b versus; hoc obtinet in *accessu objecti ad Vitrum*; ideòque omnium maxima est, quando objectum Vitrum tangit; quod probat objecta ipso Vitro inclusa etiam amplificata apparere.

1266. Et in genere, *posito Oculo in medio minus refringente*, objectum, quod in medio magis refringente collocatur, majus apparere, quod etiam *Refractione appropinquatur* (1133.). Confirmantur hæc quotidianâ *Experientiâ*, respectu objectorum in aquâ visorum.

1267. Detur Punctum A trans *Lentem convexam*
 TAB. XI. $V V$ visum, posito objecto inter Vitrum &
 fig. 7. Focum parallelorum à parte Oculi procedentium,

tium, Radii Ab , Ab , in cd , cd , minus divergentes exeunt, quasi nempe ex a procederent (1191.); ideoque punctum visibile ad majorem distantiam removetur (1258.). Etiam magis illuminatum apparet; nam tran- 1268.
seundo per Vitrum ad se mutuo accedunt Radii (1188.) & in minus spatium rediguntur; quare etiam majori numero Pupillam intrant.

Magnitudo apparens Objecti, si Oculus 1269.
Lenti non applicetur, etiam augetur; id est, TAB. XI.
objectum, in indicatis circumstantiis, sub fig. 8. & 9.
majori angulo trans Vitrum convexum videtur, quod ex inspectione figurarum patet: Objectum AE nudis Oculis videtur sub angulo $A d E$, nunc autem sub Angulo majori $c d c$; nam (in fig. 8.) Radii Ab , $E b$, convergentes, magis convergunt ex Lente exeuntes (1192.); aut (in fig. 9.) divergentes, convergentes ad Oculum perveniunt (1191.) Idcirco objectum amplificatum apparet; sed ut jam monuimus (1260.) non sequi- 1270.
tur magnitudo, quam objecto tribuimus, eandem proportionem cum magnitudine apparente (1255.); quare non inhæremus in explicandis quæ hanc spectant; hanc tamen proportionem in Scholiis Elem. determinamus.

Non semper objecta per Vitrum convexum distinctè apparent. Nam ut punctum di- 1271.
stinctum appareat, requiritur, ut Radii, à puncto procedentes, divergentes Oculum intrent (1257.); & ut eorum punctum dispersus detur, respectu Spectatoris, inter limites distinctæ Visionis (1258. 1239.).

Si

1272. Si objectum removeatur ultra Focum Radiorum parallelorum, à parte Oculi procedentium, Radii à puncto objecti manantes convergentes Oculum intrant (1191. 1201.) qui casus nudis Oculis impossibilis est: in hoc Visio semper confusa datur.
1273. *Si in hoc casu ita removeatur Oculus, ut Radii, à puncto visibili procedentes, Refractione concurrant, antequam ad Oculum perveniant, dantur in singulis punctis, in quibus Radii concurrunt, puncta radiantia; nempe Foci singulorum punctorum objecti, quibus objectum inversum in plano albo repræsentatur (1214.); & qui sunt puncta visibilia respectu Oculi, ad quem Radii post intersectionem pervenire possunt (1257.). In hoc casu objectum inversum apparet; quia objectum ipsum non videmus, sed hujus repræsentationem post Vitrum, quam inversam dari diximus (1214.); & hanc in Imaginatione ultra Vitrum transferimus.*
1274. Nudis Oculis dixi casum impossibilem esse, in quo Radii, à puncto procedentes, convergentes Oculum intrant; ideoque Visionem talem semper confusam esse; quia nempe ad casum impossibilem Oculorum constructio non adaptatur: aliquando tamen, sed raro, & in hoc casu objecta distinctè videntur; quod cum ex vitio Oculi oriatur, quo fere semper omnis distincta Visio nudis Oculis tollitur, ad has exceptiones Regulæ generalis attendendum non esse credidi.
1275. *Plerorumque Senum vitium in Oculis est, quod*

quod nisi objecta longinqua distinctè non videant, propinqua confusè; quod, *interpositâ Lente convexâ*, vitium *corrigitur*. Radii, à puncto propinquo manantes, ultra Retinam concurrunt; per Vitrum convexum minus divergunt dum Oculum intrant, & in Oculo ad minorem distantiam à CrySTALLINO concurrunt; id est, ad Oculum perveniunt, quasi à puncto remotiori, quod à Sene distinctè videtur, procederent.

Trans Lentem cavam objecta minus remota, 1276. minus illuminata, & minora, apparent.

Radii *Ab*, *Ab*, & omnes intermedii, TAB. XI. transeundo per Lentem cavam magis diver- fig. 10. gentes fiunt (1194.), & Oculum intrant quasi à puncto minus distanti *a* procederent (1122.); in quod punctum visibile transfer- tur (1258.).

Ex Radium divergentiâ auctâ magis disperguntur Radii, & minori numero Oculum intrant; quod minuit puncti claritatem (1259.).

Minuitur etiam magnitudo apparens; quia TAB. XII. Radii *Ab*, *Eb*, quibus extremitates objecti fig. 1. videntur, minus convergentes ad Oculum perveniunt (1195.), idè angulus *c d c*, sub quo trans Lentem objectum videtur, minor est angulo *A d E*, sub quo nudis Oculis apparet; & imminutum apparet objectum (1254.).

Illis inservit Lens cava, qui objecta propin- 1277.
qua tantum distinctè vident; Myopes vocan-
tur; trans hanc Lentem puncta remota ap-
propinquantur (1276.) & Radii, qui ante
Re-

Retinam concurrebant, magis divergentes Oculum intrantes, in Retinâ concurrunt.

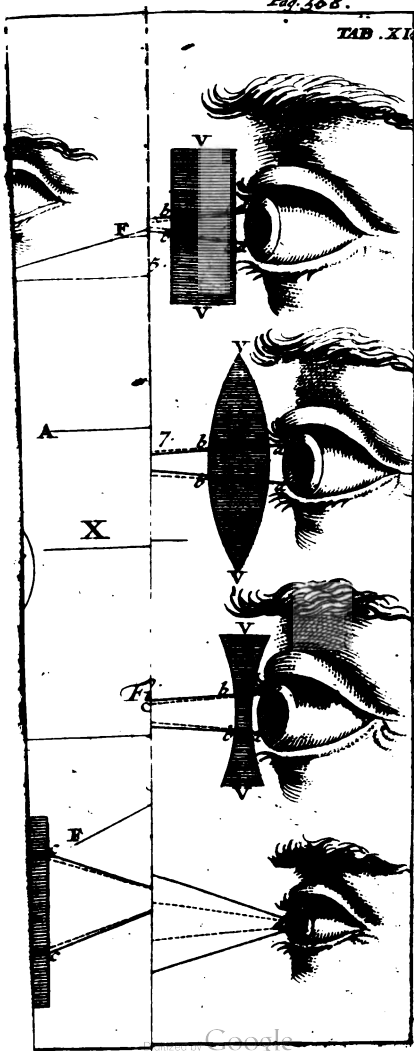
Vitra dantur unicâ superficie planâ ab unâ parte terminata, ad aliam variis superficiebus quoque planis, sed angulos efficientibus; per has Radii, ab eodem puncto procedentes, diversas patiuntur Refractiones, & pro singulis superficiebus Oculum intrant juxta diversam directionem, & quasi à puncto diverso procederent: id est, pro eodem puncto varia dantur puncta dispersus; & idcirco multiplicatum apparet: videtur nempe in singulis hisce punctis (1258.): quod cum obtineat respectu singulorum punctorum objecti, 1278. *per talem Lentem polyedram objectum multiplicatum apparet.*

C A P U T X.

De Microscopiis & Telescopiis.

Vitrorum, sphæricis superficiebus terminatorum, usus, in corrigendis Oculorum Senum & Myopum vitiis, vidimus (1275. 1277.). Quantum valeant, in minimis objectis detegendis, & in longè distantibus quasi sub Oculos ponendis, dicendum est.

1279. Vitra convexa objecta amplificare diximus (1269.); quæ amplificatio pendet à Refractione Radiorum, transeundo per Lentem convexam; unde sequitur illam augeri, si servatis iisdem conditionibus, Refractio au-
gea-



geatur; quem effectum obtinemus, augendo convexitatem Lentis; quæ eò convexior est, quo superficies, hanc terminantes, sunt portiones minorum sphaerarum; quod nisi in exiguis Vitris locum habere non potest.

D E F I N I T I O I.

Tales Lentes exiguae Microscopia vocantur. 1280.

Microscopio exigua objecta in immensum 1281. amplificantur ita, ut quæ nudis Oculis detegi non possunt, hoc mediante, distinctissime videantur.

D E F I N I T I O 2.

Spatium per Microscopium visum, id est, 1282. circulus, in quo objecta per Microscopium visibilia sunt, vocatur Microscopii Campus.

Per Microscopium V si intueamur objectum exiguum AE, in ae amplificatum apparebit (1267. 1269.). (Exp.) Omnium autem distinctissime objecta per Vitrum observamus, quando huic Oculum, quantum possumus, admovemus, & objectum ad justam distantiam collocamus; quod, in usu minimarum Lentium, omnino necesse est; aliter enim Campus evanescit.

Quando objecta minima, aut objectorum 1283. partes tenuissimæ, examinantur, Microscopia hæc simplicia aliis sunt anteponenda; sed Campus exiguus admodum est, & Lentes omnium minimæ vix ullius usûs sunt, nisi iis, qui usu industriam acquisiverunt tractandi & Vitra & objecta.

Dantur & Microscopia composita ex duabus, aut tribus, Lentibus, in quibus Cam-

Tem. II.

Bb

pus

370 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

pus major est quàm in simplicibus, & amplificatio major. Quo fundamento ipsa nitantur, dicam.

1284. TAB. XII. V. fig. 3. Detur Lens exigua, admodum convexa, ad talem ab hac distantiam detur objectum AE , ut singula hujus puncta post Lentem Focum suum habeant (1213. 1191.); admoveatur ita objectum, ut Foci removeantur ad ae (1191.); dabitur ibi objecti repræsentatio, admodum amplificata, quæ, super plano albo si recipiatur, sensibilis fiet. (1214.) (*Exp.*)

Puncta singula hujus repræsentationis, quam in ae exhiberi ponimus, sunt puncta radiantia, & visibilia (1257. 1273.) si charta removeatur. Radii ab his procedentes per secundam Lentem OO transmittuntur, & Oculum intrant, quasi à punctis magis remotis, inter a & e dispositis, procederent (1267.); id est, Radii ab objecto AE procedentes, post Refractionem per ambas Lentes V & OO , Oculum intrant, quasi ex objecto in ae procederent.

1285. Objectum itaque inversum, & multò magis amplificatum, per hoc Microscopium compositum apparet, quàm per Microscopium simplex.

DEFINITIO 3. & 4.

1286. In hoc Microscopio Lens minima, objecto vicina, vocatur Objectiva, alia Ocularis dicitur.

DEFINITIO 3.

1287. Pars superficiei Lentis objectivæ, quæ non tegitur, id est, per quam Radii, ab objecto procedentes, transeunt, vocatur Apertura Microscopii.

Ne

Ne Lens ocularis nimium sit exigua re-1238.
 quiritur : nam puncta repræsentationis *ae*,
 licet sint puncta radiantia, non tamen omnes
 partes versùs Lumen emittunt; Radii soli,
 qui per Lentem objectivam transeunt, sese
 mutuo interfecant in singulis punctis repræ-
 sentationis *ae*; quæ ergo per Lentem ocu-
 larem visibilia non erunt, nisi Radii, per
 Lentem objectivam transeuntes, ad Lentem
 ocularem perveniant. *Campus ideo pendet à*1289.
magnitudine bujus Lentis.

Oculus etiam ita disponendus est, ut omnes1290.
 Radii, qui ad Lentem ocularem pertingunt,
 & per hanc transeunt, ad Oculum perve-
 niant; quod obtinemus, disponendo Oculum
in d, puncto, in quo Radii, à centro Lentis
objectivæ procedentes, post ocularem colligun-
tur.

Augeri potest ulterius amplificatio, additâ1291.
 secundâ Lente oculari convexâ; collocatur
 hæc in angulo *O d O*, ut *oo*, & Radii *O d*,
O d, magis convergentes fiunt (1192.), &
 in *n* concurrunt, ubi Oculus collocandus
 est. Situs objecti *A E* quoque mutari pa-
 rum debet, ut distinctè objectum adpareat.

Per Microscopia objecta satis illuminata
 apparent; quia hæc parum à Vitro distant,
 & ita Radii iidem per exiguam Lentem trans-
 eunt, qui ad distantiam majorem, nisi per
 majus foramen, non transirent. *Sæpe tamen*,1292.
in maximis amplificationibus, necesse est, ut
objecta illuminentur Radiis, transeunao per
Lentem convexam, collectis.

Magnam cum Microscopio composito affi-

nitatem habet Telescopium Astronomicum.

DEFINITIO 6.

1293. *Telescopia vocantur, instrumenta quibus objecta longinqua distinctius apparent.*
1294. Illud de quo nunc agimus, vocatur Astronomicum, quia rebus terrestribus videndis minimè est aptum; objecta enim inversa repræsentat: de situ autem apparentiæ minimè solliciti sunt Astronomi.
1295. *Telescopium hoc constat ex duabus Lentibus convexis; unâ objectivâ, quæ ad partem objectorum disponitur, alterâ oculari, quæ ad partem Oculi collocatur. Ope primæ, objecta longinqua ad certam distantiam post Lentem repræsentantur (1214.), ut in Microscopio composito objecta propinqua. Per Lentem ocularem si observetur hæc repræsentatio; amplificata & inversa apparet, ut de*
1296. *Microscopio dictum. Campum etiam in hoc casu, ut in Microscopio, à magnitudine Lentis ocularis pendere, clarè liquet; ut & situm*
1297. *Oculi eodem modo pro Telescopio, quàm pro Microscopio, determinari (1290.); & ideo, propter longitudinem Telescopii Oculus ad sensum collocari debet in Foco parallelorum Lentis ocularis. Differt Telescopium Astronomicum à Microscopio composito ex duabus Lentibus, in hoc solo, quod in Microscopio Lentes sint magis convexæ, quæ objectis longinquis videndis minimè sunt aptæ, præcipuè si ad Lentes objectivas attendamus. In Microscopio Lens objectiva ocularem convexitate superat; in Telescopio contrarium obtinet.*

Tc-

Telescopia, quantumvis longa, Sideribus ^{1298.} observandis apta sunt: quæ viginti pedes excedunt, ad objecta, in Terræ superficie, videnda, nullius usus sunt; propter Aëris continuam agitationem, in tantâ objectorum amplificatione nimium sensibilem.

Brevius autem *Telescopium Astronomicum*, ^{1299.} *rebus terrestribus videndis, adaptatur, additis duabus Lentibus convexis*, quæ etiam oculares dicuntur. Tres autem oculares similes sunt, & Radios parallelos colligunt ad distantiam duplam illius, ad quam ocularis Lens Telescopii Astronomici, servatâ eâdem Lente objectivâ, ipsas colligere debet.

Detur Lens objectiva V, quæ objectum ^{1300.} longinquum inversum repræsentat in *ea*; ^{TAB XII.} ^{fig. 4.} dentur ulterius Lentes oculares tres DD, DD, DD. Prima disponitur, ut Radii, à singulis punctis repræsentationis *ea* procedentes, paralleli ex Lente exeant (1191.): in hoc casu Radii, qui à puncto medio Lentis objectivæ procedunt, colliguntur in G; secunda Lens disponitur, ut Radii hi in G collecti, ibique sese mutuò interfecantes, & quasi ex hoc puncto procedentes, paralleli exeant (1191.); quibus positis, Radii à Vitro obiettivo ad *e* pervenientes, ibique sese mutuò interfecantes, & punctum hoc repræsentationis objecti efficientes, per primam Lentem refracti, per G paralleli inter se moventur; per secundam Lentem refringuntur juxta directionem De, & in *e* colliguntur (1190.) ita, ut hoc punctum sit punctum novæ repræsentationis. Eodem mo-

B b 3

do

do puncto *a* primæ repræsentationis responder punctum *a* secundæ repræsentationis; quod cum etiam locum habeat respectu punctorum intermediarum, datur objecti repræsentatio erecta in *a e*. (*Exp.*)

Si repræsentatio *a e* observetur per tertiam Lentem ocularem, collocato Oculo in *o*, in quo colliguntur Radii paralleli *a D*, *e D*,
 1301. *amplificatum, appropinquatum, & erectum* quoque *objectum* apparet; videtur enim sub angulo *D o D*, dum nudis Oculis sub angulo exiguo appareret, illo nempe, qui opponitur ad verticem angulo *e V a*. Etiam objectum appropinquatum habemus; non tantum quia Radii in Oculum penetrant, quasi ab objecto, non admodum remoto *a e*, procederent, sed præcipue, quia, propter amplificationem, in Imaginatione distantiam minuimus. (*Exp.*)

1302. *Singula etiam objecti puncta magis illuminata apparent*; Radii enim, qui ab aliquo puncto ad singula Lentis objectivæ puncta advenientes, in puncto repræsentationis sese mutuo interfecant, propter exiguam Lentis ocularis ab hac repræsentatione distantiam, parum disperguntur, antequam ad Oculum perveniant; ita ut omnes hunc intrent. *Est itaque Illuminatio, per Telescopium, ad hanc, nudis Oculis, ut superficies aperturæ Lentis objectivæ ad Pupillæ superficiem.* (1259.)

1303. *Construuntur etiam ex duabus Lentibus Telescopia, per quæ objecta erecta, illuminata, & amplificata, apparent.* Breviora hæc sunt; nam, propter arcum Campum, si longitudine

dine pedem unicum excedant, ferè nullius usûs sunt.

Sit VV Lens objectiva; repræsentatio in-1304.
versa objecti distantis datur in *ea* (1244.); TAB. XII.
Lente cavâ DD intercipiuntur Radii ita, ^{fig. 5.}
ut, qui à centro Lentis VV procedunt, in-
flectantur, quasi à puncto *f* procederent
(1194.), eâdem Refractione Radii, concu-
rentes in *a*, divergentes fiunt (1195.), ha-
bentes punctum dispersûs in *a*; quod idem
in singulis punctis repræsentationis *ea* obti-
net, & loco hujus datur repræsentatio ima-
ginaria, erecta, in *ae*; id est, Radii Ocu-
lum intrant, quasi ex objecto in *ae* proce-
derent.

Radii, omni respectu, divergentes ex Len-1305.
te *oculari* exeunt; Ideò, *quantum potest*, O-
culus huic *Lenti admovendus est*.

Campus in hoc Telescopio pendet à ma-1306.
gnitudine Pupillæ; etiam magnitudo Lentis
objectivæ consideranda est; sæpe enim, in
breviori Telescopio, majori Lente objectivâ
instructo, Radii, qui à puncto objecti obli-
què ad centrum Lentis perveniunt, ad Pu-
pillam non pertingunt, dum Radii alii, ab
eodem puncto procedentes, qui per Lentem
transeunt peripheriam versûs, in Oculum
penetrant.

LIBRI V.

Pars II. De Luminis Reflexione.

CAPUT XI.

De Luminis Reflexione & hujus Lege.

1307. **L**umen à Corporibus opacis reperi-
dimus, & quidem in omnibus punctis
omnes partes versùs (1213.). In causâ est
inæqualitas superficierum, quæ constant ex
innumeris planis minimis, quæ, in omnibus
punctis sensibilibus, omnes partes versùs di-
riguntur; quod facîle intelligitur, si in super-
ficie innumera hemisphæria aut polyedra mi-
nima dispersa concipiamus ita, ut integra su-
perficies hisce tegatur. Tales verò esse Cor-
porum superficies deducimus, ex Reflexio-
ne Luminis, à *superficie politâ*, id est, cujus
1308. inæqualitates sunt sublatæ, quæ *unicam tan-
tùm partem versùs, in singulis punctis, Lumen*
reflectit; quod æquè in curvis ac planis su-
perficiibus locum habet. Etiam, à super-
ficiibus minimè politis, Lumen maximâ co-
piâ *reflecti* illam partem versùs, ad quam,
si politæ forent, in totum reflecteretur,
quotidianis Experimentis extra dubium est.
TAB. XII. Sit Radius Luminis AC, obliquè in super-
fig. 6. ficiem planam incurrens; sit ad hanc perpen-
dicularis CO, & reflectatur Radius per CB.
DE.

DEFINITIO

Radius CB, vocatur Radius reflexus. 1309.

Angulus OCB est, Angulus Reflexionis.
(464.)

Radius reflexus est cum incidente in eodem plano perpendiculari ad planum reflectens. 1310.

Hujus enim plani actio, quâ Lumen repercutitur, perpendiculariter dirigitur ad hoc planum, quod sibi simile ponitur in omnibus punctis. 1311.

Angulus Reflexionis æqualis est Angulo Incidentiæ, ut Experientia docet. (Exp.) 1312.

Si Radius reflexus fiat Radius incidens, id est, si Lumen accedat per lineam BC, redibit per CA; id est, primus incidens fiet reflexus; ut patet ex æqualitate angulorum BCO, OCA. 1313.

Ex hac æqualitate angulorum Incidentiæ & Reflexionis, ulterius deducimus, Lumen eadem cum vi à Corpore post impactum recedere, quâ accessit. Resolvatur motus per AC, cujus velocitatem hac ipsâ lineâ repræsentamus, in duos motus per AO & OC (458.), positis AO ad planum reflectens parallelâ, & OC ad hoc perpendiculari; continuetur AO. Motus juxta hanc directionem non mutatur ex plani actione: sint ideo AO & OB æquales; si Lumen recedat à plano eâ cum vi, cum quâ accessit, motus ex repulsione repræsentatur per CO, & in hoc casu Radius reflexus transit per B (179.); id est, angulus OCB æqualis est angulo OCA (4. El. I.), quod cum Experimento congruit. 1314.

Circa Luminis Reflexionem observamus, Lumen non incurrere in partes solidas Corporum, 1315.

Bb 5

rum,

rum, dum ab his reflectitur, sed ibi reflecti, ubi liberrimè transire potest. Variis illud demonstrabo Experimentis, quibus aliæ miræ Reflexionis proprietates deteguntur.

1316. Quotidianum est Experimentum à nemine non observatum, *Lumen*, dum per medium quodcunque movetur, ex. gr. vitrum, aquam, aërem, sensibilem & regularem non pati Reflexionem; ibi autem *reflecti, ubi duo media, quæ diversas vires refringentes habent, separantur*; sic in superficie aquæ, aut vitri, reflectitur.

An tantâ copiâ Lumen, ubi media separantur, in horum particulas potest incurre, dum per utrumque, per spatium magnum, in has non incurrendo, movetur? An tales particulæ majori numero in superficie dantur quàm alibi?

1317. *Lumen etiam majori copiâ reflectitur, in medio magis refringente, incurrendo in superficiem medii minus refringentis, quàm contra in minus refringente, si reflectatur à superficie medii magis refringentis.* Si in loco obscuro, in quo Lumen per foramen intrat, detur prisma triangulare vitreum, & Lumen in prisma penetret; si in prismate, ad vicinum latus perveniens, efficiat angulum Incidentiæ majorem grad. 40. , in totum reflectitur, & nihil in aërem penetrat; Lumen autem in aëre à vitro nunquam in totum reflectitur. (*Exp.*)

1318. Si Reflexio fiat ex impactu Luminis in partes solidas Corporum, plures tales dantur partes in aëre, quàm in vitro; nam si ab ipso vitro Lumen in hoc reflecteretur,
ad

ad separationem mediorum Lumen nunquam pertingeret : ex vitro etiam Lumen posse exire, ubi reflectitur, in Exp. memorandis probatur. In viciniis idcirco vitri tot requiruntur partes in aëre, ut Lumini via non detur, & omne in vitrum reflectatur : tales tamen non dari patet; quia per aërem juxta omnes directiones ad vitrum usque pervenit Lumen, & vitrum intrat. Etiam in eodem loco superficiei, separantis vitrum & aërem, Lumen ab unâ parte accedens reflectitur, dum, quod à parte oppositâ advenit, transmittitur. Quod clarè probat Lumen ibi reflecti, ubi transire potest.

Si in Experimento memorato minuatur ^{1319.} Luminis obliquitas, hoc pro parte in aërem transibit. (*Exp.*) Quis concipiet Lumen, quod ex vitro in aërem transit, & in partes solidas non incurrit, illud totum, si paululum augeatur obliquitas, incurrit in tales partes; cum in utroque medio, ut dictum, meatus juxta omnes directiones dentur?

Si quando Lumen in totum in vitro reflectitur, loco aëris aqua vitrum tangat, Lumen, quod in aërem impingendo, in totum reflectebatur, nunc in aquam incurrens, pro parte in hanc penetrat, & pro parte tantum reflectitur. (*Exp.*) ^{1320.}

Experimentum eodem modo procedit, quamvis angulus Incidentiæ superet 40. gr. si modo 60. gr. non excedat. Sed eo magis illud sensibile est, quo angulus hic inter dictos limites minor est. Hoc Experimentum cum Reflexione, ex impactu in partes solidas, minime congruit. In

In Parte sequenti hujus Libri etiam videbimus, tenues Laminas, quæ Lumen reflectunt, illud transmittere, si crassiores fiant.

- Probat etiam hoc Experimentum ultimò memoratum, *Vim reflectentem eo esse majorem, quo major est Refractio in superficie reflectente*; vitrum enim & aër, magis quàm illud cum aquâ, vi refringente differunt.

1322. *Reflexionem fieri ex eadem vi, quâ Radii refringuntur; quæ in diversis circumstantiis varios edit effectus.*

1323. Radius, qui ex medio magis refringente in minus refringens transit, attractione illius medii à perpendiculari recedit (1081.); si incidentis obliquitas augeatur, augetur & refracti obliquitas, donec tandem hic, in ipsâ superficie media dirimente, moveatur. Quod obtinet, quando sinus anguli Incidentiæ est ad sinum totum, ut sinus Incidentiæ, in priori medio, ad sinum Refractionis, in secundo; in hoc enim casu angulus Refractionis est rectus. Si ulterius incidentis Radii obliquitas augeatur, Radium in minus refringens medium non posse penetrare clarè patet; hicce est casus, in quo Lumen omne reflectitur; quæ Reflexio pendet ab attractione quâ Radii refringuntur.

TAB. XII.
fig. 7. Sit EF superficies, quæ medium X magis refringens à minus refringente Z separat; ponamus spatium attractionis (1087.) terminari superficiebus GH, IL; si Radius, ut AB, attractione medii X satis incurvetur, ut, antequam per totum spatium attrahio-

ctionis penetraverit, tangens ad curvam parallela sit superficiei media separanti, curva continuata regreditur; ideòque Radius reflectitur per CD, ex attractione medii, cujus actio in Lumen oppositam superat. Hæc curvæ continuatio similis, & æqualis, est primæ portioni, & efficit angulum Reflexionis æqualem angulo Incidentiæ; quia per eandem partem spatii attractionis Lumen redit, & eadem vires attrahentes in punctis respondentibus portionum curvæ in Lumen agunt. Sic Corpus projectum, in ascensu & descensu, curvas similes & æquales describit.

Cum nunc Reflexio Luminis, in hoc casu, evidentissimè tribuenda sit ipsi causæ Refractionis, quis suspicari poterit, imminutâ inclinatione, ita ut Radius pro parte transcat, aliam causam esse quærendam (7.)?

Non tamen omnem Reflexionem ab hac attractione eodem modo pendere, clarum est; nam in eo casu in quo Refractio datur, Lumen pro parte reflectitur; ne quidem in totum ex medio minus refringente in magis refringens penetrat Lumen; nam & in hoc casu, in quo attractio quàm maximè Reflexioni opponitur, quidam Radii reperiuntur; qui effectus repulsioni, quam quoque agere vidimus ubi attractio datur (1067.), tribendus est.

Ex his omnibus sequitur, Reflexionem, in omni casu, cum vi refringente relationem habere.

Ideò ubi Lumen sine Refractione transit, ibi non reflectitur (1316.); ubi autem Refractio maxima est, ibi etiam Reflexio fortior (1321.).

Po-

Posito Lumine in aëre, superficies vitri fortius reflectit, quàm aquæ; adamantis superficies iterum fortius. Immerfis in aquam vitro & adamante, in separatione horum Corporum cum aquâ vis refringens minor est, quàm in viciniis aëris, & eorundem Corporum: minus etiam fortiter in aquâ, quàm in aëre, reflectunt Lumen hæc Corpora. In vitro si Lumen moveatur, & in aëris superficiem incurrat, ad minorem obliquitatem omne reflectitur, quàm quando in superficiem aquæ incurrit. (1320.)

- Concludimus ex explicatis huc usque de Reflexione, hanc non dari in ipsâ superficie
 1327. Corporum; sed *Lumen reperi ad certam distantiam à Corporibus*, eodem modo ac vis refringens ad certam à Corpore distantiam agit; quam propositionem etiam deducere possumus ex Reflexione Luminis à superfici-
 1328. ciebus arte politis; *Corpora enim, arte polita, regulariter Lumen reflectere*, observamus, licet in horum superficiebus innumerae dentur *rasuræ*: nam pulveris attritu poliuntur, & quantumvis sint exiguae hujus particulæ, respectu Luminis rasuras magnas in superficie relinquunt; unde in ipsâ superficie Reflexio necessario irregularis est; si autem ad exiguum à superficie distantiam Reflexionem fieri concipiamus, minuuntur, & ferè in totum tolluntur, irregularitates; ut attendendo facile detegitur.

CAPUT XII.

De Speculis planis.

Sit *be* superficies Speculi plani; A pun-^{1329.}
 ctum radians. Continuetur planum Spe-^{TAB. XII.}
 culi, & ad hoc à Radiante A dimittatur per-^{fig. 2.}
 pendicularis *AC*; si continuetur hæc, & fiat
Ca æqualis *CA*, erit a Punctum disper-
 sūs reflexorum Radiorum ex *A* procedentium.

Sit *Ab* Radius incidens; *bf* Radius reflexus;^{1330.}
 continuetur hic ultra Speculum; propter an-
 gulos Incidentiæ & Reflexionis æquales inter
 se (1312.), æquantur etiam horum comple-
 menta anguli *AbC*, *fbd*; huic æqualis est
 oppositus ad verticem *abC* (15. El. 1.):
 Triangula *AbC*, *abC* rectangula habent la-
 tus commune *Cb*, & angulos æquales *Cba*,
CbA; in omnibus ergo conveniunt, & sunt
 æquales inter se *CA* & *Ca* (26. El. 1.); quæ
 demonstratio omnibus aliis Radiis, ex *A* pro-
 fluentibus, applicari potest, in quocunque
 plano, perpendiculari ad planum Speculi,
 concipiantur. Idcirco ubicunque Spectator
 detur, si ad hunc Radii reflexi perveniant,
 Oculos intrabunt, quasi ex *a* procederent; &
 in hoc puncto apparebit punctum *A* (1258.);
 hujus autem puncti apparentia eundem situm ha-^{1331.}
 bet respectu Speculi, ad partem posticam, quàm
 habet ipsum punctum radians ad partem anti-
 cam.

Quod si applicetur ad singula puncta obje-
 cti,

1332. Et, patebit, *objectum post Speculum apparere, in eo situ, in quo reverâ datur ante Speculum.*

1333. Si plura Specula dentur, & Lumen, ab uno repercussum, in aliud incurrat, ut locum in quo objectum apparet detegamus, imaginem, in primo Speculo, habemus pro objecto respectu secundi, & sic de sequentibus. Hæc sola Regula sufficit, ut omnia Speculorum planorum, utcunque combinatorum, phænomena explicentur.

C A P U T XIII.

De Speculis sphaericis convexis.

1334. **O**mnis superficies sphaerica considerari potest, quasi formata ex innumeris superficiebus planis minimis (1139.); & planum, sphaeram in puncto quocunque tangens, est quasi continuatio talis plani exigui.

1335. Specula sphaerica sunt aut *cava* aut *convexa*. Prima formantur ex portione sphaeræ cavæ & politæ.

Secunda sunt portiones sphaerarum ab exteriori parte politarum.

1336. *Radius in Speculum quodcunque sphaericum incidens, cum suo reflexo, dantur in plano, quod continuatum per sphaeræ centrum transit* (1310.), est enim tale planum ad superficiem sphaeræ

1337. *perpendiculare. Linea, quæ per centrum sphaeræ & punctum Incidentiæ ducitur, continuata, cum Radio incidente & reflexo angulos æquales effi-*

efficit (1312.), nam linea hæc est perpendicularis ad superficiem, & hi sunt anguli Incidentiæ & Reflexionis: ideoque Radius per centrum transiens, aut qui continuatus per centrum transiret, reflexus in se redit. 1338.

Sit R punctum radians; GaG est Speculum convexum; C centrum sphaeræ; & GD pars sectionis sphaeræ continuatæ: sint Ra, Rb, Rc, Rd, Radii incidentes, reflexi erunt aR, bR, cR, dR, (1337.).

Si à puncto radiante R ducatur tangens ad Speculum, Radius reflexus erit continuatio incidentis, aut potius in puncto contactus terminatur Radiorum Reflexio. 1339.

Si Radii à Speculo convexo reflexi, ut Id, Im, Inb, Ra. retrorsum continentur cum omnibus intermediis, vicini concurrunt post superficiem Speculi, & intersectionibus suis efficiunt curvam FG, quam omnes hi Radii tangunt; & Radii vicini sese mutuo intersecant in ipsâ peripheriâ curvæ ita, ut semper Oculum intrent, quasi à puncto peripheriæ procederent; in qua ideo Imago puncti semper datur (1258.), quamdiu reflexi ad Oculum pervenire possunt, & Oculus movetur in plano, quod per centrum sphaeræ transit: Remoto verò Oculo ex hoc plano, in aliâ curvâ apparet Radians; quia tales curvæ dantur in singulis planis, quæ per lineam RC concipi possunt, 1341.

Si Oculus detur in Linea dl, punctum f curvæ, ex quo Radii procedere videntur, determinatur hac proportione: Continuatur incidens Radius Rd ad D; notatur punctum e ita, ut de quartæ parti chordæ dD æqua-

lis sit; & *Re* est ad *Rd*, ut *de* ad *df*.
Quod in Scholiis Elem. demonstramus.

1343. Si Radii sint directi, id est, inter hos datur *Ra*, qui continuatus per *C* transiret, *RE* & *RF* in eâdem lineâ dantur (1338.), estque *aF* minor *aE*, quæ quartam partem diametri valet.

1344. *Punctum F* coincidit cum *E* quando *R* in infinitum removetur; tunc enim *Ra*, *RE*, pro æqualibus haberi debent.

1345. *Punctum F* est omnium punctorum curvæ, quod maximè à superficie Speculi distat.

Positis nunc punctis radiantibus quibuscunque, omnes horum punctorum curvæ, & quidem integræ, dantur intra sphæram;

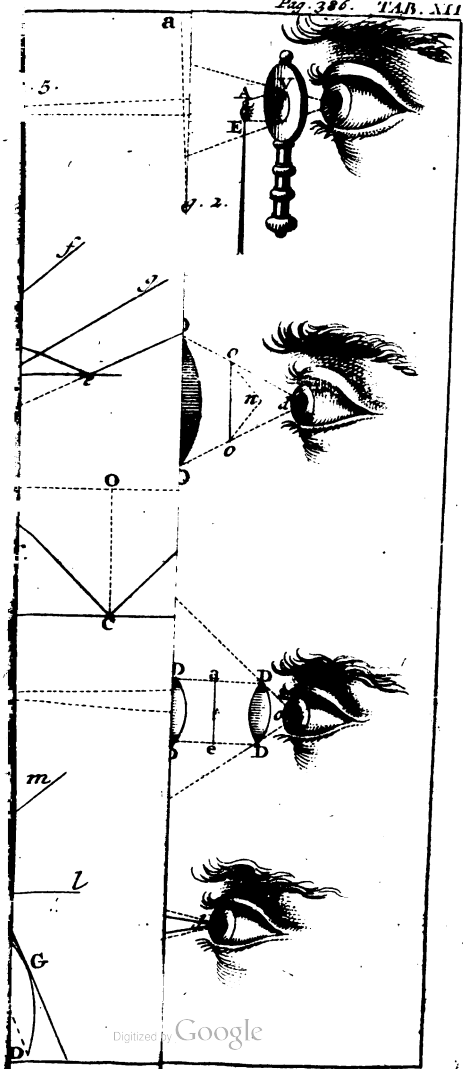
1346. & ideo omnia objecta post Speculi superficiem apparent.

Si punctum *R* moveatur circa Speculum, eodem motu fertur tota curva *GFG*; ideo adscendente Radiante adscendit repræsentatio, & vice versâ; & objecta erecta apparent.

Quantumvis magnum sit spatium ab objectis occupatum, punctorum omnium apparentiæ, arcto in campo includuntur (1344.).

1348. Unde sequitur imminuta apparere objecta.

1349. Si moveatur Oculus, movetur & objecti apparentia, cujus figura etiam mutatur: singula enim puncta visibilia per suas curvas moventur, & quidem inæqualiter, pro diverso Oculi situ, respectu singularum curvarum; unde necessario figura mutatur. (*Exp.*)



CAPUT XIV.

De Speculis sphaericis cavis.

Sit *bd* Speculum cavum, sphaerae centrum ^{1350.}
est *C*; cadant in Speculi superficiem Radii ^{TAB. XIII.}
paralleli, directi, inter quos nempe detur *Cd* ^{fig. 1.}
per centrum transiens; Reflexione hic in se
redit (1338.), & Radii vicini, reflexi, con-
vergentes fiunt, & cum hoc concurrunt in Fo-
cum *F*, punctum medium inter *d* & *C*.

Sit *Ab* Radius parum à *Cd* distans, duca- ^{1351.}
tur semidiameter *Cb*; angulus Incidentiae e-
rit *AbC*, cui æqualis est angulus Reflexio-
nis *CbF* (1337.), ut & angulus alternus
bCF (29. El. 1.); est ergo isosceles trian-
gulum *bFC*, & latera *FC* & *Fb* sunt æ-
qualia (6. El. 1.): propter arcum *bd* exiguum,
Fd & *Fb* sensibiliter non differunt; ideo *FC*
& *Fd* sunt æquales: quæ demonstratio om-
nibus Radiis à *Cd* parum distantibus com-
petit.

Si Radii paralleli magis à *Cd* distent, in *F* ^{1352.}
non conveniunt; omnes tamen in circellum
exiguum concurrunt, cujus diameter à ma-
gnitudine Speculi pendet.

Hoc fundamento nituntur *Specula caustica*, ^{1353.}
quæ *Radios solares* parallelos in *Focum* colli-
gunt. Detur Speculum concavum, ex me-
tallo, aut vitro Hydrargyro à posteriori par-
te induto. Exposito Speculo Radiis solari-
bus ita, ut Radius, qui ad Speculi punctum

Cc 2

me-

medium pertingit, ad superficiem sit perpendicularis; cum omnes alii huic sint paralleli, colliguntur in Focum, ad distantiam à Speculo quartæ partis diametri sphaeræ, *ibique violenter urunt.* (Exp.)

- Si consideremus Radios à Cd remotos & huic parallelos, si vicini fuerint, reflexi sese mutuo interfecant, antequam ad Cd perveniant; & in hoc casu, id est, *ubi incidentes paralleli oblique in Speculum impingunt, parum dispersi Reflexione in unum punctum colliguntur.*
1355. Si Focus, in quo Radii paralleli à Speculo cavo colliguntur, fiat punctum Radians, Radii parum dispersi, reflectuntur paralleli inter se (1350. 1313.).

1356. Ex hisce Speculi cavi proprietatibus deducimus methodum repræsentandi objecta in loco obscuro, similem illi, quam antea, adhibitâ lente convexâ (1214), exhibuimus.

TAB. XIII.
fig. 2.

Detur foramen F in pariete; sit ab Speculo cavum, ita dispositum, ut Radii per F transeuntes, & ad parietem perpendiculares, sint directi, & si paralleli sint, post Reflexionem colligantur in centro foraminis: Radii, qui ab objectis reperiuntur in hoc centro sese mutuo interfecant, perpendiculariter ad parietem reflectuntur. (1335)

Sint AF Radii à puncto objecti longinqui manantes, quos propter puncti distantiam pro parallelis habemus; inter hos ille, qui per foraminis centrum transit, à Speculo reflectitur perpendiculariter ad parietem (1335.), & cum hoc reliqui Radii ex eodem puncto procedentes, colliguntur in a , ubi

ubi puncti repræsentatio datur (1354.). Eodem modo Radii per BF, ab alio puncto profluente, colliguntur in *b*; quod cum respectu omnium punctorum objecti locum habeat, singula Focum suum habent. Omnes autem hi Foci, ad sensum, in ipsam superficiem parietis cadunt (1354.), & ibi objecti picturam exhibent, vividis coloribus distinctam, si paries albus fuerit, & objectum Solis Radiis illustratum. (*Exp.*)

Sit Speculum cavum ad; centrum cavitatis 1357.
C; punctum Radians R, ultra centrum C à TAB. XIII.
Speculo distans; Radii incidentes Ra, Rb, fig. 3.
Rc, Rd, quorum reflexi a C, bg, cb, di, cum intermediis, mutuis intersectionibus, efficiunt curvam Ffl, quam omnes tangunt; Punctum idèd R in hac curvâ apparet (1257.), & translato Oculo in plano curvæ, apparentia per hanc curvam transfertur, ut de Speculis convexis diximus (1340.).

Eodem modo, ut de Speculis convexis explicavimus, punctum visibile detegimus. Si 1358.
 Oculus detur in lineâ *di*, juxta quam reflectitur Radius incidens *Rd*, qui sphaeram continuatam secatur in *D*, sumtâ *dE* æquali quartæ parti chordæ *Dd*, erit *RE* ad *Rd* ut *dE* ad *df*, ut de Speculo convexo diximus, (1342.).

In singulis autem planis, quæ per *CR* concipi possunt, talis datur curva; omnes concurrunt in lineâ *a CR*, nempe in *F*. In 1359.
 hoc puncto *F* ergo maximâ copiam colliguntur Radii reflexi, quod idèd vocatur Focus Radiorum ex *R* profluentium. Vice ver-

ſa R eſt .Focus , poſito Radiante in F (1313.).

In hac figurâ pars curvæ , quæ ab unâ parte lineæ RC datur , tantum delineata eſt ; pars ſimilis ad aliam partem concipi debet ; ambæ junguntur in Foco puncti Radiantis.

1360. *Recedente puncto Radiante , ad Speculum accedit curva.*

Accedente Radiante , recedit à Speculo curva & ipſum Radians verſus movetur ; donec

1361. *in centro C concurrant ; in quo ſi detur Radians , omnes Radii reflexi cum incidentibus coincidunt (1338.) , & tota curva quaſi coacta eſt in ipſo centro.*

1362. *Si ulterius accedat Radians , ut inter centrum & Speculum detur , magis etiam recedit curva , quæ tunc ultra centrum datur , & in curvâ omnium maximè recedit punctum , in quo omnes curvæ quæ in variis planis concipiuntur concurrunt , id eſt , Focus puncti Radiantis , qui ad diſtantiâ infinitam datur ,*

1363. *quando Radians diſtat à Speculo quartâ parte diametri ſphæræ (1351. 1355.). Tuncque curva in infinitum extenditur & duæ partes quæ in Foco Radiantis concurrunt ſeparantur ; talis pars ſeparata videtur in aa ; ſi magis accedat*

1364. *Radians , magis à ſe mutuò declinant curvæ partes , quia Radii ut Ab cum vicinis reflexi curvam non tangunt , ſed divergentes ſunt ; id eſt , reflexi ultra Speculum continuati ſeſe mutuò interſecant , & efficiunt novam curvam poſt Speculum , quæ conſtat ex duobus cruribus , quorum unum videtur in aa ;*

con-

TAB. XIII.
fig. 4.

concurrunt in lineâ CA continuatâ, nempe in *a*, & recedendo à Speculo in infinitum porriguntur.

Datur ab utrâque parte, puncti radiantis, 1365. in superficie punctum ut *d*, quod separat Radios efficientes curvas *aa* & *aa*; cujus puncti determinationem in Scholiis Elem. demonstramus.

Radiusque A *d* reflexus in *d g* neutram 1366. curvam tangit, si utramque partem versus *g*, *g*, in infinitum continuetur, licet continuo magis ad utramque curvam accedat.

Si tota sphæra absolveretur, respectu par- 1367. tis oppositæ sphære, ultra centrum distaret Radians, & Radii reflexi efficerent curvam, de quâ antea (1357.), quâ conjungerentur crura separata ut *aa*. His præmissis phænomena Speculorum concavorum explicanda sunt.

Si Corpore lucido illuminetur Speculum, Ra- 1368. *dii à singulis punctis Corporis manantes reflexi, curvas efficiunt, sed maximâ copiâ in eorum punctorum Focis colliguntur (1359.); si idem* 1369. *Foci bi in superficie plani albi dentur, dabitur ibi Corporis lucidi repræsentatio, ut in n. 1209. & quidem inversa, nam linea quæ jungit punctum Radians cum suo Foco, transit per centrum sphære (1359.); in quo idcirco omnes tales lineæ sese mutuo interfecant, & hæc intersectio datur inter punctum Radians & Focum (1362.), in quo punctum repræsentatur. Accedente autem ad Speculum Corpore lucido, recedit apparentia (1360.) quæ in eo casu major est. (Exp.). De determinandâ hu-*

Cc 4 jus

jus distantia in Scholiis Elem. agimus, in quibus etiam varia habentur, quæ memoratas spectant curvas.

TAB. XIII. 1370. *Objecta, ultra centrum posita, inter Speculum & centrum videntur*, nam singula puncta in curvâ ut *Fl* apparent (1357.), etiam im-

fig. 3.

1371. *minuta & inversa sunt objectorum idola*: nam in arcum spatium rediguntur; & in descensu puncti *R* adscendit repræsentatio hujus: curva enim *Fl* eundem servat situm respectu *R Ca*, quæ rotatur circa centrum *C*. (*Exp.*)

1372. *Repræsentatio puncti, in centro sphæræ positi, cum ipso puncto Radiante coincidit, & ab hoc quasi absorbetur* (1361.).

1373. *Posito Oculo in hoc centro nullum objectum ab hoc poterit videri*; soli enim Radii ab Oculo procedentes ad ipsum reflectuntur. (1338.) (*Exp.*)

1374. *Si objectum detur inter centrum & punctum, in quo Radii paralleli reflexi colliguntur*; apparet etiam objectum extra Speculum, ad majorem distantiam à Speculo, quam ipsum objectum (1362.). *Inversa est repræsentatio*, quod eodem modo probatur ac in n. 1371; & *amplificatur*, quia hæc magis removetur à centro, quam ipsum objectum ab hoc distat; in infinitum enim à centro recedit repræsentatio, dum objectum quartam partem diametri sphæræ percurrit. (*Exp.*)

TAB. XIII. 1375. *Si objectum non distet à Speculo quartâ parte diametri sphæræ, pro diverso Oculi situ, aut ante aut post Speculum objectum apparet*. Posito Oculo, ut Radii reflexi ad hunc perveniant,

fig. 4.

niant, qui formant curvam aa , ut f versus, videbit objecti apparentiam ultra Speculum (1364.) amplificatam; quia curvæ ut aa , quæ ad varia puncta pertinent, divergentes sunt. (*Exp.*).

Si ad Oculum perveniant Radii efficientes curvam aa , objectum extra Speculum apparet: & *in utroque casu repræsentatio est erecta*; 1376. adscendente enim aut descendente puncto A , eodem motu curvæ aa , aa , in quibus repræsentatur, agitantur. (*Exp.*).

Si Oculus detur in puncto, in quo Radii reflexi pertinentes ad utramque curvam sese mutuò interfecant, ut in O , *duplex aut triplex dari potest objecti apparentia*. 1377. (*Exp.*) Sed hoc contingere non potest, si Speculum ex nimium exiguæ sphæræ portione efficiatur.

Facile patet in omni casu, apparentiæ puncta non eandem inter se habere relationem, quam habent objecti puncta; ideoque *Speculum cavum nunquam objectum exactè repræsentare*; 1378. maximè tamen irregularis repræsentatio est, quæ datur in lineis ut aa .

Dantur & Specula cylindrica convexa & 1379. cava, ut & conica convexa; uno respectu sunt plana, alio respectu sphærica; idcirco objectorum repræsentatio admodum irregularis est, quæ irregularitas, cum à regulari figurâ pendeat, determinari potest, & figuræ delineantur, quæ dum revera irregulares sunt, in tali Speculo, in determinato Oculi situ, regulares videntur. (*Exp.*).

Cc 5

Spe-

1380. Speculorum cavorum proprietate superiùs memoratâ (1350.). nituntur Telescopia Catoptrica, Gregoriana & Newtoniana, à suis inventoribus dicta; aliis, de quibus antea locuti sumus, perfectiora sunt; de his agimus in Elem.

L I B R I V.

Pars III. De Opaco & Coloribus.

C A P U T XV.

De Corporum Opacitate.

1381. **N**ullum datur Corpus, cujus partes minimæ non sint pellucidæ; hoc in dubium nemo vocabit, qui Microscopiis sæpe usus est: partes quædam metallicæ, quæ licet exiguæ, Lumen non transmittunt, si in menstruis dissolvantur, id est, in partes multò minores dividantur, translucidæ fiunt.
1382. Partes Corporum omnium minimæ, id est, quæ ultimos aut minimos poros separant, sunt perfectè solidæ, de hisce hic non agitur; sed ex partibus his, relictis interstitiis, partes efficiuntur majores, quæ relictis majoribus interstitiis conjunguntur, & ex quibus fortè majores partes efficiuntur, quæ iterum formationi majorum inservire possunt, & sic ulterius, crescentibus ipsis partibus & interstitiis inter has. Quando de partibus minimis loquimur, intelligimus partes admodum exiguas quarum pori certam non superant
ma-

magnitudinem, & per poros intelligimus interstitia, poris ipsarum partium majora, quæ inter ipsas has partes habentur.

Facili etiam Experimento probatur, Lu-1383.
men per pleraque Corpora opaca transire posse. In cubiculo obscuro, in quo Lumen solare per foramen intrat, si tegatur foramen laminâ tenui ligneâ, per hanc transibit Lumen (*Exp.*); manus ipsa foramini applicata Lumen omne non intercipit. Hoc autem Experimento perfectè esse translucidas partes in Corporibus opacis non probatur; hoc enim in minimis partibus tantum obtinet.

Opacitas non oritur, ut vulgò creditur, ex 1384.
eo, quod viæ, per quas Lumen transire posset, obturentur à materiæ particulis, per singulas enim Corporis partes minores Lumen trans-
it; inutilis etiam ad Opacitatem talis est Lu-
minis interceptio; ad Opacitatem requiritur
Luminis reflexio & deflexio à lineâ rectâ, ad quod separatio duorum mediorum tantum
requiritur. (1316. 1326.)

Concipiamus Corpus constans ex particulis 1385.
minimis, perfectè translucidis, quales sunt particulæ ex quibus Corpora constant (1341.), poris inter se separatis: interstitiaque aut vacua dari, aut repleta medio, quod vi refringente differt cum ipsis particulis; Si Lumen in hoc Corpus penetret, omnibus momentis incidet in superficiem media, quæ vi refringente differunt, separantem; innumeras ergo patietur divisiones, dum singulis vicibus reflectitur & refringitur, (1316. 1326.), & in Corpore dispergitur, ita ut facile omne
in-

intercipiatur. Quoddam sæpe transit, sed turbato omnino motu rectilineo (1343.).

1386. Videmus ergo *Opacitatem à poris pendere; repletis enim poris, medio ejusdem vis refringentis cum particulis ipsis in Corpore*, nullam in Corpore Lumen patietur reflexionem, aut refractionem, sed rectâ transibit; & *Corpus erit translucidum.*

1387. Charta, si aquâ madefacta fuerit, magis fit translucida; hæc implet poros & minus quàm aër densitate cum particulis chartæ differt. Oleum eundem edit effectum. (*Exp.*)

1388. Variæ laminæ vitreæ, quæ, ad se mutuò applicatæ, omnes simul crassitie duos pollices non æquant, minus erunt translucidæ, propter aërem interjectum inter laminas, quàm frustum ejusdem vitri, cujus omnes partes cohærent, & quod crassitie duos pollices excedit. (*Exp.*)

1389. Dentur, ex vitro, ex quo Specula efficiuntur, laminæ tres ad se invicem applicatæ, quarum quatuor superficiës, in quibus applicatio datur, attritu arenæ asperæ factæ sunt; exteriores duæ sunt politæ. Laminæ hæ sunt opacæ. Si tunc dictæ asperæ superficies oleo terebinthinæ illiniantur, & iterum ad se invicem applicentur, translucidæ fiunt lamellæ; non tamen perfectè, quia oleum cum vitro non accuratè vi refringente congruit; in transitu Luminis ex illo oleo in vitrum, sinus incidentiæ & refractionis sunt proximè ut 60. ad 59. (*Exp.*)

Confirmantur ulterius, & extra omne dubium

bium ponuntur, quæ de Opacitate dicta sunt, innumeris Experimentis, quibus *Corpora perfectè translucida, separatione partium*, non interveniente Corpore ullo opaco, *opaca fiunt*. 1390.

Agitetur liquidum quodcunque, perfectè translucidum, quod in spumam potest converti, donec in bullas extensum sit, statim opacum erit, ex interstitiis aëre repletis. (Exp.) 1391.

Resina terebinthina, & aqua, sunt Corpora translucida; commixta Corpus efficiunt opacum. (Exp.) 1392.

Aqua & oleum commixta sunt opaca; licet separata sint translucida. (Exp.) 1393.

Vitrum quantumvis translucidum, si in pulverem redigatur, fit opacum. Etiam ex rimis in vitro hoc opacum est. (Exp.) 1394.

In hisce omnibus clarè videmus Opacitatem dari, quia inter partes translucas interjacet medium diversæ vis refringentis, quod etiam in nubibus observatur, quæ opacæ sunt ex aëre inter aquæ particulas interposito. 1395.

Si hisce addamus, quæ de tenuium Laminarum Coloribus in sequentibus explicabimus; nova habebimus Experimenta, quibus solis plenissimè probatur Corpora Lumen intercipere, quia ex particulis tenuibus, medio, quod vi refringente cum ipsis particulis differt, circumdatis, constant. 1396.

Corpora quædam opaca exiguum Luminis copiam reflectunt, reliquum Lumen, innumeris divisionibus, quas in reflexionibus & refractionibus memoratis patitur, in Corpore
re 1397.

1398. re extinguitur; talia sunt *Corpora nigra*; si *perfectè nigra* darentur, *nullum reflecterent Lumen*; Corpus enim omne, si nullo illustretur Lumine, & ita nullos Radios reflectat, nigrum apparet.

Corpora reliqua opaca Coloribus variis tincta videntur, quædam etiam translucida Coloribus tinguntur: Unde hi oriantur, examinandum nunc est.

CAPUT XVI.

De diversâ Radiorum solarium Refrangibilitate, & illorum Coloribus.

Corpora variis Coloribus ornata apparent, licet iisdem Radiis solaribus, qui ab illis reflectuntur, illuminentur: multa præterea Lucis phænomena, circa Colores, minimè negligenda, dantur.

1399. In his ad tria attendendum est; 1. Ipsi Radii examinandi sunt, ut à Sole profluunt.
2. Perpendendi sunt Radii post reflexionem.
3. Inquirendum in constitutionem superficierum Corporum diversè coloratorum.

Quod Radios spectat, prima horum proprietates hic notanda est, *non omnes Radios, in circumstantiis similibus, eandem pati refractionem.*

DEFINITIO I.

1401. Radii, qui talem diversam refractionem patiuntur, *diversæ Refrangibilitatis dicuntur, & magis refrangibiles, qui magis refractione inflectuntur.*

DE-

DEFINITIO 2.

Homogenei Radii dicuntur, qui Refrangibilitate inter se non differunt. 1402.

DEFINITIO 3.

Heterogenei, qui non omnes æqualiter, in iisdem circumstantiis, refractione inflectuntur. 1403.

Sit inter AB & CD Radius solaris, ex in- TAB. XIII.
 numeris aliis, inter se parallelis, effectus; fig. 5.
 non omnes hi æqualem patiuntur refractionem, si enim obliquè in superficiem BD medii magis refringentis incidant, quidam inter BE & DG refringuntur, & juxta hanc directionem in hoc medio moventur; alii magis inflectuntur, & inter BF & DH; juxta harum linearum situm, motum dirigunt; nulla denique directio concipi potest intermedia, juxta quam Radii quidam non moventur, in singulis punctis inter B & D: ita ut Radius quantumvis exiguus refractione in innumeros alios dividatur; quia omnis Radius, ut à Sole profluit, quantumvis exiguus, heterogeneus est, & constans ex innumeris minoribus Radiis diversè refrangibilibus juxta omnes gradus Refrangibilitatis. 1404.

Radii memorati paralleli, incidentes in superficiem planam, refractione moventur inter BE & DH; quæ lineæ divergunt inter se, & continuatæ magis ac magis separantur; ita ut Radii memorati refractione dispergantur. In n. 1124. Radios consideravimus homogeneos, ut ubique in totâ parte primâ bujus Libri: ita exigua est differentia Refrangibilitatis in Radiis solaribus, ut in præcedentibus negligi potuerit. Quid in homogeneis Radiis ob-

obtineat, etiam prius fuit examinandum, & quid ex diversâ Refrangibilitate in propositionibus mutandum sit, unusquisque facillè videbit.

1406. Ut hæc Radiorum Refrangibilitas diversâ ad oculum pateat, augenda est divergentia memorata; quod fit, si Radii memorati incidant in superficiem EH , medium, majori vi refringente præditum, terminantem, & hoc à minus refringente separantem, quæ cum superficie BD angulum quemcunque efficit, qui tamen, si de vitro agatur, minor esse debet octoginta gradibus; superficies autem EH ad BD ita inclinatur, ut in illam Radii magis refrangibiles obliquius incidant, quàm minus refrangibiles; ita ut illi, transeundo in medium minus refringens, ex duplici causâ, majori Refrangibilitate & majori Inclinatione, magis detorqueantur, & ab aliis magis divergant. Radii minus refrangibiles inter BE & DG , secundò refracti inter ER & GL motum continuant; alii inter FM & HV ; in quo casu, si, ad distantiam quindécim aut viginti pedum, in planum hi Radii cadant, sensibilibus maximè & minimè refrangibiles separantur, & totum intermedium spatium Radiis, mediâ Refrangibilitate præditis, illuminatur.

1407. Sub oculos hoc ponitur adhibito prisma triangulari vitreo. Lumen ad prisma perpendiculariter ad axem accedit & transmittitur, ut in hac fig. demonstratur, in qua BD & EH latera prismatis designant; ad quorum utrumque æqualiter inclinatur Lumen: quod
si,

si, ad distantiam quindecim aut viginti pedum, cadit in tabulam, chartâ albâ obtectam, Radii divergentes ad tabulam perveniunt & in hac formant imaginem oblongam in *A e* delineatam, terminatam, ad latera, lineis parallelis, in *A* & *e* verò semicirculis. (Exp.) TAB. XIII. fig. 6.

Quomodo hæc oblonga Imago efficiatur, ex ante explicatis (1406.) deducitur, sed hoc ipsum nunc distinctiùs explicabo.

Sit *C* punctum plani, foramini paralleli, in quod incurrit Radius, qui à centro Solis, per centrum foraminis, quod circulare ponimus, transit: omnes Radii, qui à reliquis superficiei Solis punctis in centro foraminis primum Radium intersecant, & in planum incurrunt, ibi efficiunt Imaginem Solis *abd*, cujus diameter, remoto plano decem pedibus à foramine, unum pollicem superaret; & quæ augeretur juxta rationem dictæ distantiae auctæ. 1408. TAB. XIII. fig. 7.

Radii, qui per singula puncta foraminis transeunt, similem dant Imaginem; & harum omnium centra dantur in circello æquali ipsi foramini; omnes enim Radii à centro Solis procedentes pro parallelis habentur. Omnes ergo Imagines simul efficiunt Imaginem *ABD*, quæ juxta limbum debilitatur, & cujus diameter superat diametrum memoratæ Imaginis, quantitate, quæ valet diametrum foraminis.

Si Radii hi essent omnes homogenei, cum in ultimo Experimento æqualiter, in ingressu, & egressu, ad prismatis superficiem inclinentur, tantum omnium directio mutaretur, &

Tom. II.

D d

in

in plano similem Imaginem albam pingerent. Sed heterogenei sunt Radii, qui per prisma transeunt, & maximè refrangibiles Imaginem exhibent *abde*, quæ in Expt^o. magis depressa est; dum minimè refrangibiles Imaginem efficiunt *ABDE*. Radii Refrangibilitatum intermediarum, intermedias dant Imagines, quarum centra integram lineam *Cc* occupant. Hæ Imagines conjunctim efficiunt Imaginem oblongam in præcedenti Experimento exhibitam; & nisi tales innumeræ darentur Imagines, non ad latera lineis rectis Imago terminaretur. Quamvis autem Imago hæc lineis rectis ad latera terminetur, non tamen termini distincti sunt; quia Imagines peculiare circinatæ non sunt (1408.): in extremitatibus verò, *A* & *e*, per integrum semicirculum Lumen debilitatur, & confusi admodum sunt hi Imaginis termini.

Imaginem tamen faciliè habemus ad latera distinctè terminatam.

1410. Si ad foramen, per quod Lumen cubiculum intrat, applicetur Lens objectiva Telescopii sedecim aut viginti pedum; ad distantiam, ad quam Radii paralleli à Lente colliguntur, Sol exactissimè repræsentatur, & hujus Imago circinatis limitibus terminatur. Nam Radii à singulis punctis Solis, qui, propter hujus immensam distantiam, pro parallelis haberi possunt, ad talem distantiam in unum punctum colliguntur.

Si nunc hi Radii per prisma transmittantur, singulæ Imagines ex Radiis homogeneis, positâ tabulâ ad justam distantiam, exactè ter-

terminantur : ut & Imago oblonga A_e, quæ ex omnibus illis Imaginibus efficitur. (*Exp.*)

Procedit eodem modo hoc Experimentum, 1411. si Radii transeant per prisma cujuscunque materiæ aëre densioris. (*Exp.*)

Si Spectator ad distantiam quindecim, aut 1412. viginti pedum, intueatur foramen, per quod Lumen in cubiculum intromittitur, rotundum illud apparet; si per prisma observatio fiat, ita, ut Radii à foramine procedentes, post Refractiones, similes illis quas Lumen in Experimentis memoratis patitur, ad Oculos perveniant, foramen oblongum apparebit. Situs prismatis detegitur, si, posito hoc in situ horizontali & acie supernè, ita, ut foramen attollatur, paululum circa axem agitetur, quo motu adscendit & descendit Imago foraminis, & prisma retineatur in situ, in quo foramen maximè depressum apparet. (*Exp.*)

Probat hoc Experimentum, æquè ac præcedentia, diversam Radiorum Refrangibilitatem; nam, Radiis homogeneis uniuscujusque Refrangibilitatis, foramen apparet ex loco remotum, sed circulare. Radii, qui variam patiuntur Refractionem, juxta varias directiones oculos intrant, & Imagines dantur diversæ, quæ conjunctæ Imaginem oblongam, quæ reverà videtur, efficiunt.

Præter diversam Radiorum Refrangibilitatem, & aliam notabilem inter Radios differentiam præcedentia Experimenta quoque demonstrant.

Diversa Radiorum Refrangibilitas cum diver- 1414.

so Colore conjuncta est; & singuli Radii, prout magis aut minus Refractione inflectuntur, Colorem sibi peculiarem habent.

1415. Circa Colores notandum, quod circa alias Sensationes jam fuit notatum (858.); Colores sunt perceptiones, quæ nihil cum Radiis, quibus excitantur, commune habent: definiendum ideo; quid per Radios coloratos, & objecta colorata intelligamus.

DEFINITIO 4.

1416. *Objectum illo Colore tinctum dicitur, cujus idea, Radiis ab objecto reflexis, in mente excitatur.*

DEFINITIO 5.

1417. *Radii homogenei, qui in retinam incurrentes, ideam alicujus Coloris in mente excitant, vocantur Radii illius Coloris.*

Dicimus Radios ideam excitare; intelligimus, Radios fibras agitare, & datâ hac agitatione, ideam menti præsentem esse.

Radiatorum Colores immediatè detegimus

1418. in sæpius memoratâ oblonga Solis Imagine; hæc enim *Imago diversis Coloribus tingitur.*

1419. *Qui Radii minimè Refractione à viâ deflectuntur, Rubri sunt; reliqui Colores hoc ordine sequuntur, Aureus, Flavus, Viridis, Coeruleus, Indicus, Violaceus, cujus ultimi Coloris sunt Radii maximâ Refrangibilitate præditi.*

TAB. XIII.
fig. 6.

1420. Oblonga Solis Imago, ut dictum, efficitur ex innumeris Imaginibus rotundis (1409.): si harum diametri minuantur, quod fit interceptis Radiis solaribus ita, ut soli per prisma transeant, qui ab exigua parte superficiei Solis procedunt, non mutantur centra
Ima-

Imaginum peculiarium oblongam efficientium; idcirco longitudo cC Imaginis, inter lineas parallelas, non mutatur; & hæc sola superesset, si infinitè parva daretur Imaginis latitudo ita, ut hæc longitudo sola consideranda sit in determinandis Colorum limitibus in ipsâ Imagine. Hi in hac figurâ litteris c, f, g, b, i, l, m , notantur, & numerus, unicuique Colori adscriptus, spatium, ab hoc in Imagine occupatum, designat, divisâ totâ Imaginis longitudine in partes 360.

Radii in ipsâ Imagine oblongâ quidem separantur; sed ubique tamen, multæ circulares Imagines peculiæ confunduntur, & nullibi perfectè homogenei sunt. 1421.

Quando latitudo Imaginis methodo statim indicatâ (1420.) minuitur, circuli omnes minores fiunt, & minori numero confunduntur, & illi, qui confunduntur, minus Refrangibilitate differunt; quare in totâ Imagine magis homogenei sunt Radii, & Colores perfectiores; sed etiam debiliores. 1422.

Demonstratio, antea data (1089.), de constanti ratione inter sinus angulorum Incidentiæ & Refractionis, ad Radios quoscunque homogeneos referri debet; non enim ad determinatum quemdam gradum Refrangibilitatis restringitur; pro diversâ tamen Refrangibilitate, ratio hæc variat; ut ex Experimentis hujus Capitis clarè sequitur. 1423.

Refrangibilitatem autem & Colorem in singulis Radiis, omni modo esse immutabiles; id est, nullis Refractionibus, nullis Reflexionibus, aut permixtionibus quibuscunque, variari, 1424.

Experimentis in sequentibus memorandis, plenissimè constat.

CAPUT XVII.

Radios non Refractione, aut Reflexione, mutari.

1425. **D**iversam Radiorum Refrangibilitatem, ut & eorum Colorem, bis ipsis inbærere, & non à medio refringente has qualitates pendere, nunc Experimentis demonstrabimus,
1426. quibus constabit, *Radios, qui in uno casu maximam patiuntur Refractionem, in aliâ Refractione quacunque maximè à viâ deflecti.*
1427. Radius per prisma transmittitur, hic dispergitur, & in plures dividitur, qui efficerent Imaginem oblongam memoratam, si in planum album caderent; verùm interceptiuntur à prismate verticali, ad distantiam quamcunque à primo posito; quo tamen minor est distantia, eo magis sensibile est Experimentum. Radii per secundum hoc prisma lateraliter deflectuntur; & agitato prismate, donec deflexio sit omnium minima, firmetur prisma; & cadant Radii perpendiculariter in chartam albam. Radii nunc eodem modo per secundum prisma, ut per primum, refringuntur, non tamen eodem modo disperguntur, quod quadratam daret Imaginem; sed mapente hujus latitudine inclinatur, Radiiis iis maximè à viâ deflexis, qui in Refractione per primum prisma maximam Refra-

fractionem passi sunt. (*Exp.*)

Datur & alia diversa Radiorum Refractio, 1428.
 quæ non à Radiis sed à medio pendet. Crystalli
 & Silices translucidi, an omnes non affirmo,
 miram hanc proprietatem habent, in Refrac-
 ctione Radium unumquemque homogeneous
 dividunt in duos; quæ separatio non tantum in
 diversis Corporibus & in diversis Radiorum in-
 clinationibus est diversa; sed differt etiam in
 eodem Corpore, & eadem inclinatione; pro
 diverso situ superficiæ refringentis, & Radii
 refracti, respectu filii Lapidis; sed neque Color
 neque Refrangibilitas tali duplici Refractione,
 & Luminis divisione, mutantur. (*Exp.*)

Si oblonga Solis Imago, adhibitis cautelis 1429.
 necessariis, quantum fieri potest ex Radiis
 homogeneis efficiatur, & hæc intercipiatur,
 paucis tantum Radiis unius Coloris per exi-
 guum foramen transmissis, hi non alterius
 prismatis Refractione separantur, neque ho-
 rum Color mutatur; Radiis diversorum Co-
 lorum successivè transmissis, pro Colore di-
 verso diversa Refractio datur, Color autem
 non mutatur. (*Exp.*)

Ut autem recte succedat Experimentum 1430.
 istud, ut & alia quæ circa hanc materiam
 instituuntur, cautelæ sequentes adhibendæ
 sunt. Prismata, præcipuè primum, adhi-
 benda ex vitro purissimo; aliter Reflexio-
 nes Radiorum dantur in ipso prismate, & in
 exitu Lumen heterogeneous cum homoge-
 neo ubique permixtum datur, quod, dum
 separatur, turbat Experimentum.

Cavendum, ne ullum Lumen, præter Ra-

D d 4

dium

dium in Experimento memoratum, cubiculum intret; si enim Radii tales quicunque permixti sint cum iis, qui Imaginem efficiunt, Experimentum procedere benè non potest.

Cavendum quoque, ne Experimentum instituat, quando Cœlum non satis est serenum; tunc enim inter ipsos Radios directè à Sole procedentes plures dantur, qui diversas sequuntur directiones; quod præcipuè contingit, quando Nubes dantur in viciniis Solis, quæ Lumen satis vividum reflectunt.

1431. Reflexione Radios non mutari, Experimentis quoque constat.

1432. Datâ Imagine Solis oblongâ sæpius memoratâ, Coloribus homogeneis tinctâ, cadant successivè hujus Colores diversi in superficies diversorum Corporum, ex. gr. panni diversi Coloris, sive serici, sive aliûs; etiam adhiberi possunt Corpora quæcunque picta, aut ipsi pulveres quibus utuntur Pictores; in omnibus hisce casibus Radii in Reflexione servant Colorem suum; Rubri tales manent, sive à Corpore rubro, sive à cœruleo, reflectantur; magis quidem obscurus & fuscus est Color, quando Color Radiorum cum Corporis Colore non convenit, ille tamen non mutatur. (*Exp.*)

1433. Si duarum oblongarum Solis Imaginum, adhibitis duobus foraminibus, & duobus prismatibus, effectarum, & super plano quocunque depictarum, diversi Colores ad latera jungantur, & ad distantiam quindecim
aut

aut viginti pedum, per aliud prisma triangulare observentur, separati apparebunt; ita ut in Colore & Refrangibilitate, mutatio nulla detur, quamvis Radii sint reflexi. (*Exp.*)

In chartâ albâ ducantur lineæ nigræ, inter se parallelæ, & latæ circiter decimam sextam pollicis partem; illuminentur hæ dictâ oblongâ Imaginē Solis, juxta cujus longitudinem lineæ dispositæ sunt. Detur ulterius Lens convexa, diametri quinque aut sex pollicum, quæ Radios rubros, à puncto Radiante à vitro sex pedes distantī emissos, ad distantiam æqualem colligit. Si Lens hæc detur ad distantiam sex pedum ab Imaginē memoratâ, partes linearum, quæ in Colore rubro dantur, in chartâ, per Radios à Lente collectos, ad distantiam etiam sex pedum repræsentantur, exactè in Imaginē rubrâ; admovenda autem est charta circiter tribus pollicibus cum semisse, ut partes linearum, Colore indico illuminatæ, distinctæ appareant, in Imaginē ejusdem Coloris; Colores intermedii dant Imagines ad distantias intermedias; violaceus adeò est debilis, ut lineæ in hoc repræsentari nequeant. (*Exp.*)

Confirmat ergo & hoc Experimentum, reflexorum Radiorum Colorem novâ Refractione per Lentem non mutari; ut & Radios maximè refrangibiles, transeundo per Lentem aliis magis inflecti.

Probat etiam Experimentum hoc ultimum, diversam Radiorum Refrangibilitatem in causâ esse, quo minus Telescopia sint perfecta. Radii enim procedentes à punctis æquè distantibus,

Dd 5 bus,

bus, ad varias à Lente distantias colliguntur, pro vario horum Colore; unde etiam inæqualiter à Lente oculari distant punctorum repræsentationes; quæ idè per hanc non omnes perfectè videri queunt.

- Circa Reflexionem Radiorum notandum,
 1437. *Radios in totum faciliùs reflecti, qui maiorem habent Refrangibilitatem*; nam quo major datur Radiorum Refractio, eo minor requiritur obliquitas ut omnes reflectantur (1323.). Vidimus (1319.), agitando prisma circa axem, Radios primò transeuntes, auctâ horum inclinatione, in totum reflecti; si autem lentè in hoc casu prisma moveatur, videmus Radios violaceos ante omnes alios in totum reflecti, deinde indicos; & cæteros alios eo ordine, quo in Imagine Solis oblongâ, fæpissimè memoratâ, disponuntur: quod patet si reflexi, prismatis Refractione, separentur. (*Exp.*)

C A P U T XVIII.

De Colorum Permixtione, ubi de Albore.

- R**adiorum quoque Refrangibilitatem, & Colorem, Permixtione Radiorum diversæ Refrangibilitatis non mutari diximus (1424.), quod Experimentis probatur.
 1438. Si variarum Imaginum oblongarum Solis (1407.) Colores diversi confundantur, inde novus Color oritur. Spectatori tamen qui hos per prisina intuetur, separati apparent Co-

Colores, & neque Color, neque Refrangibilitas, hac Colorum confusione mutantur. (*Exp.*)

Si oblonga colorata Solis Imago, cadat in 1439. Lentem convexam ad distantiam sex pedum à prismaticè dispositam, Radii divergentes, qui Imaginem efficiunt, Refractione Lentis convergunt, & ad certam distantiam sese mutuò interfecant, si ad majorem distantiam detur tabula, Radii, qui post intersectionem iterum divergunt, dispersi ad hanc perveniunt; daturque iterum Imago oblonga colorata, sed Colores, propter intersectionem contrario ordine disponuntur, non tamen, Permixtione mutantur. (*Exp.*)

Quibus manentibus, si chartâ nigrâ Radii 1440. quidam Imaginis ante Permixtionem interceptantur, quod Permixtionem mutat, quæ hac methodo ad libitum variatur, Radiorum cæterorum iterum separatorum Colores non mutantur. (*Exp.*)

Si Radii solares, ut ad nos perveniunt, in 1441. totum ab aliquo Corpore reflectantur, hoc album apparet; Radii autem hi sunt congeries Radiorum variorum Colorum (1400. 1414.), unde deducimus Permixtionem Colorum variorum 1412. constituere Albedinem; si enim Colores, qui observantur in oblongâ Solis Imagine, sæpius memoratâ, eâ proportionem, quâ in illâ Imagine dantur, inter se confundantur, conflatur Albedo: quod & hujus respectu Radios immutabiles probat. A Sole procedentes Radii albi apparent; si separentur, horum Colores deteguntur; iterum permixti, instaurant Alborem. Si

1443. Si in Experimentis duobus in n. 1439. 1440. memoratis, ponatur tabula, in ipso loco ubi omnes Radii Imaginis Refractione Lentis convexæ confunduntur, Albedo dabitur; si Color ruber Imaginis chartâ nigrâ intercipiatur, evanescit Albedo, & Color ad cœruleum vergit; interceptis verò Radiis violaceis & cœruleis, rubescit Albor. (*Exp.*)

1444. Ope variorum prismatum etiam Colores Imaginis Solis oblongæ confunduntur & Permixtio alba est. (*Exp.*)

1445. Si Spectator Imaginem Solis oblongam coloratam, ad distantiam prismatis, Lumen refringentis, intueatur, rotundam & albam videbit Imaginem; secundâ Refractione primam destruente; ita ut Radii iterum permixti Oculum intrent. (*Exp.*)

1446. *Non omnium, qui in Imagine Solis oblongâ observantur, Colorum Permixtio ad Albedinem conflandam necessaria est*, ipse Radiorum solarium Albor paululum ad flavum vergit, Radiis flavis pro parte ex Permixtione sublatis, Albor datur magis perfectus. Ex quatuor aut quinque Colorum permixtione, justâ servatâ proportionem, Albedo nascitur.

1447. *Colores, etiam innumeros primarii, id est, homogenei, permixti generant, ab homogeneis aut primariis, diversos.* Sæpe Color homogeneo similis ex aliorum Permixtione conflatur, concessisque his tribus, rubro, flavo & cœruleo, reliquos omnes imitari possumus. Non tamen inde concludere debemus, tres tantum dari primarios Colores, cum septem

1448. *reverâ detegamus. Nihilominus tamen quando*

do nudis Oculis inter homogeneous & permixtum differentia nulla observatur, trans prisma sensibilis hæc est. Trans prisma observentur objecta quæcunque exigua, ut litteræ in chartâ, muscæ & alia similia; si Lumini aperto exponantur, confusa apparent; si Lumine homogeneo, Radiis bene separatis, illuminentur, trans prisma visa distinctis limitibus terminantur. (*Exp.*)

C A P U T XIX.

De Iride.

Peractis quæ Radios, quibus Corpora illuminantur, spectant, antequam ad alia transeamus, explicandum est Phænomenon, nimium notabile & vulgare ut silentio prætereatur. 1449.

Arcus cælestis, aut *Iris*, à nemine sæpissimè non fuit observatus; quibusdam præmissis, explicandum erit unde oriatur.

Detur Aqua aëre circumdata, circulo B D F H 1450.
terminata. Incidant in illam Radii homogenei TAB. XIII.
paralleli inter se, quorum unus est AB; du- fig. 3.
 catur semidiameter CB continuata ad N;
 perpendicularis est hæc ad superficiem media dirimentem, & ABN est (1140.) angulus incidentiæ; hic æqualis est angulo opposito ad verticem CBL, (15. El. 1), cujus sinus est CL, per centrum ad BL perpendicularis; refringitur Radius ad perpendicularem (1080.), estque angulus refractionis
CBM,

CBM, cujus sinus est CM, à C ad BD perpendicularis: pro singulis Radiis, ut AB, datur eadem ratio inter lineas, ut CL & CM (1090.).

Radius BD pro parte in aërem penetrat juxta DE, pro parte reflectitur per DF; efficitque angulum reflexionis CDF æqualem angulo incidentiæ BDC (1312.); unde BD & DF æquales sunt. Radius DF pro parte etiam ex aquâ exit per FG, pro parte reflectitur per FH; qui eodem modo pro parte exit per HI, & pro parte reflectitur; hanc autem reflexionem, ulterioresque reflexiones & refractiones non consideramus; nimium debiles sunt, propter varias quas Lumen passum est divisiones. (*Exp.*)

Radius FG, qui post unicam reflexionem ex aquâ exit, cum Radio incidente AB efficit angulum GPA, qui variat in diversis Radiis incidentibus; ideò, licet hi paralleli fuerint, *disperguntur, post unicam reflexionem exeuntes*, ut ex inspectione figuræ patet.

TAB. XIII.
fig. 9.

Radius EE, qui continuatus per centrum C transit, neque reflexione neque refractione à viâ deflectitur (1338. 1085.).

Recedendo ab hoc Radio, ad incidentem continuò minus inclinatur Radius, qui redit. Sic Radius DD, qui per *dd* ex aquâ exit, & per hanc lineam regreditur, cum *dd* majorem angulum efficit, quàm, cum suis redeuntibus, & ex medio densiori exeuntibus, efficiunt Radii intermedii inter DD & EE.

Da-

TAB. XIII R

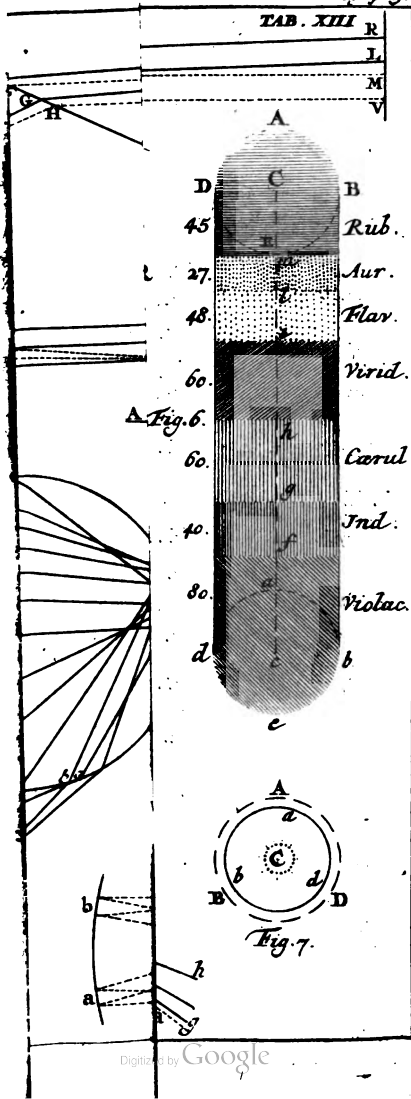


Fig. 6.

Fig. 7.

Datur Radius ut BB, cujus respectu in-1451.
clinatio hæc est omnium minima, id est, qui
efficit angulum ut APG (fig. 8.) omnium
maximum. Ultra BB, magis ad incidentes
inclinantur Radii redeunt; sic AA per aa
redit.

Ex hac *Radiatorum redeuntium* dispersione, 1452.
recedendo à loco ubi Radii flectuntur, de-
biliore continuo hi sunt, & horum Color
non, per totum spatium quod implent, percipi
potest, licet incidentium Color vividus sit.
Color, in Radiis redeuntibus, *sensibilis tan-
tum est*, ubi Radii vicini paralleli sunt & ad-
jacentes parum admodum divergunt, ita ut
ad magnam distantiam satis densi sint, ut
percipiantur. *Hi soli efficaces dicuntur*, &
dantur, ubi Radii vicini incidentes re-
fracti concurrunt in ipso puncto reflexio-
nis.

Sint AB, ab Radii vicini, paralleli inter 1453.
se, incidentes in superficiem circularem a-
quam terminantem; si hi refracti, per BD, ^{TAB. XIV, fig. 1,}
bD, concurrant in D, puncto reflexionis,
reflexi, DF, Df, efficient cum Ff angulos
æquales illis, quos DB, Db cum Bb efficiunt;
ideoque refracti FG, fg paralleli (1083.) &
efficaces erunt (1452.). In Scholiis Elem. de-
monstramus, quomodo, datâ ratione inter
sinus incidentiæ & refractionis, in hoc casu
determinetur angulus ab incidente cum re-
deunte efficace effectus, id est, angulus
APG, qui hic est omnium maximus.

Quando ratio inter sinus angulorum inci- 1454.
dentiæ & refractionis variat, mutatur angulus

Ius APG; qui ideò diversus est pro variâ Radium Refrangibilitate.

1455. *Si Radiis heterogeneis, ut à Sole profluunt, illustretur superficies memorata, efficaces diversorum Colorum non angulos aequales cum incidentibus efficiunt; & ope bujus refractionis separantur Colores. (Exp.)*

TAB. XIV. fig. 2. 1456. Quod autem spectat Radios, qui post duplicem in aquâ reflexionem ex hac exeunt, efficaces erunt, si post primam reflexionem paralleli sint: tunc enim FH, *fb* ad Hb eodem modo inclinantur ac BD, *bd*, ad Bb; ideòque positis incidentibus AB, *ab* parallelis, exeuntes HI, *bi*, etiam paralleli erunt (1083.), id est, efficaces.

1457. Etiam in Scholiis Elem. demonstramus quomodo in hoc casu determinetur angulus HPB, ab exeunte Radio cum incidente effectus; qui angulus in hoc casu omnium similium est minimus, & pro diversâ Radium Refrangibilitate diversus. Unde etiam in

1458. hoc casu post duplicem reflexionem efficaces variorum Colorum, positis incidentibus parallelis, separantur. (Exp.)

1459. Huc usque explicata ad Iridem applicari possunt; ad quod Phænomenon guttæ aquæ in aëre suspensæ requiruntur; ut Spectator, adverso Sole inter hunc & guttas collocetur; & ut post guttas Nubes detur obscura, quæ magis sensibiles facit Colores, hi enim vix percipiuntur, si Lumen vividum eodem tempore Oculos intret.

1460. Hisce positis, concipiamus singulas guttas secari planis, per centra guttarum, Solem, &

& Oculum Spectatoris transeuntibus, & quæ de medio, superficie circulari terminato, explicata sunt (1452. 1453. 1454. 1455. 1456. 1457. 1458.), ad singulas hæc sectiones poterunt applicari.

Hic autem agitur de Radiis ex aëre in aquam penetrantibus. In Radiis rubris, id est, minimè omnium refrangibilibus, ratio inter finem anguli incidentiæ & finem anguli refractionis, est 108. ad 81., aut quæ eadem est, 4. ad 3.; cum quibus numeris si computatio ineatur, angulus APG (fig. 1.) erit 42. gr. 2'; sed si de Radiis violaceis agatur, finium ratio est, ut 109. ad 81.; qui numeri dant eundem angulum APG 40. gr. 17'. Si computatio ineatur pro angulo API (fig. 2.) & rubri fuerint Radii, angulus erit 50. gr. 57'; si violacei sint Radii, idem angulus est 54. gr. 7'. ut in Scholiis Elem. demonstramus.

Sint nunc guttæ per aërem diffusæ, & illustratæ Radiis solaribus parallelis inter se & lineæ OF , per Oculum Spectatoris transeuntibus. Concipiantur lineæ eO , EO , bO , BO ; & sint anguli eOF 40. gr. 17', EOF 42. gr. 2', bOF 50. gr. 57', BOF 54. gr. 7': eadem hæc lineæ cum Radiis incidentibus de , DE , ab , AB , angulos efficiunt memoratis respectivè æquales; ideò, si guttæ concipiantur in e , E , b , B , Radii efficaces violacei, post unicam reflexionem in guttâ e , Oculum intrant; & ad Oculum efficaces rubri ex guttâ E perveniunt; itidem post unicam reflexionem, reliqui Colores

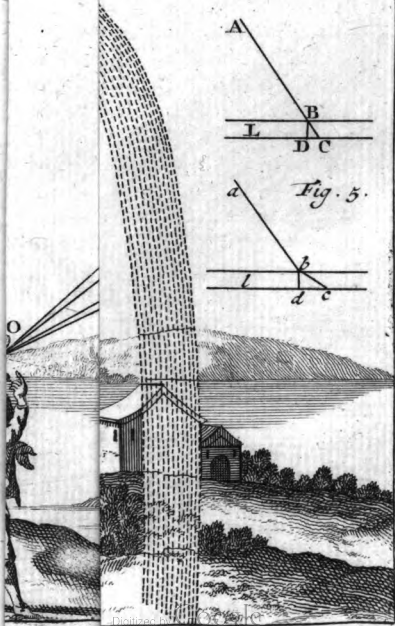
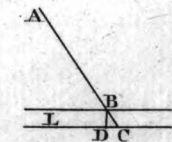
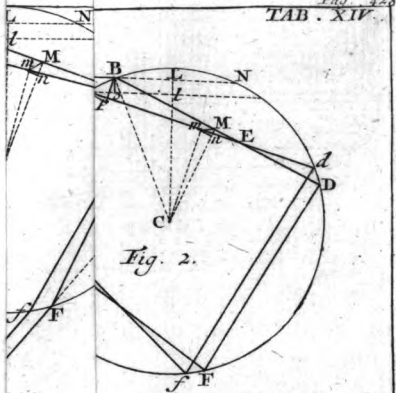
Tom. II.

Ee

in.

intermedii inter e & E observantur, ordine antea memorato (1419.). Post duas in guttâ reflexiones ex guttâ b Radii efficaces rubri ad Oculum perveniunt; & violacei efficaces ex guttâ B ; inter has guttas Colores intermedii apparent, eodem modo ac inter E, e , sed ordine contrario disponuntur, & propter duplicem reflexionem etiam debiliores sunt.

1463. Concipiamus lineam ut Oe , circa lineam OF fixam, servato angulo eOF , revolvi, & conum aut partem superficiei coni percurrere; in omni situ linea eO cum Radiis solaribus, parallelis inter se & lineæ OF , efficiet angulum 40. gr. 17'. Si ergo guttæ juxta partem superficiei hujus coni sive ad eandem sive ad diversas distantias *diffusæ fuerint*, videbit Oculus arcum violaceum: idem dicendum est de cæteris Coloribus; ideòque, datis guttis, in aëre suspensis, videt arcum latitudinis eE , *Coloribus homogeneis*, ante memoratis (1419.) *inctum*, eodem ordine dispositis ac in Experimentis cum prismatibus; quia in guttis æquè ac in prisma Radii heterogenii separantur. (1406. 1455.).
1465. Simili ratiocinio patet dari arcum, *latiorem, primum circumdantem, in quo Colores iidem, sed contrario ordine, & debiliores, apparent.* (Exp.)



T
mus
glot
te c
var
mir
R
tran
cra/
tran
La
tran
S
piis
tuò
med
tur i
circ
inter
perv
& (
disp
Col
funt
rube
flavi
viric

CAPUT XX.

De tenuium Laminarum Coloribus.

Transimus ad Corporum naturalium Colo-^{1466.}
res, & ante omnia examinandas credi-
mus tenues Lamellas. Qui vitrum tenue, aut
globos ex aquâ cum sapone formatos, atten-
tè consideravit, varios Colores in illis obser-
vare facillimè potuit, quorum causa est
mira Lamellarum tenuium proprietas.

Radii Luminis, ope Laminæ tenuis, &
translucidæ, inter se separantur, & *pro varia*^{1467.}
crassitie Laminæ, Radii quorundam Colorum
transmittuntur, aliorum reflectuntur; & eadem
Lamina tenuissima aliis Coloris est, si Radiis
transmissis, quàm si reflexis videatur.

Si duo vitra objectiva, majoribus Teleco-^{1468.}
piis inservientia, AB & CD, super se mu-
tuò imponantur, & arctè comprimantur, in
medio, ubi vitra sese mutuò tangunt, da-
tur macula translucida, quæ annulis coloratis
circumdatur. Si Lumen reflexum ab aëre,
inter vitra interjacente, ad Oculum in O
perveniat, macula translucida nigra apparet
& Colores, qui à centro recedendo ita
disponuntur ut ad varios ordines, propter
Colores repetitos, referri possint, sequentes
sunt; NIGER, cœruleus, albus, flavus,
rubeus: VIOLACEUS, cœruleus, viridis,
flavus, rubeus: PURPUREUS, cœruleus,
viridis, flavus, rubeus: VIRIDIS, rubeus:

Et 2 qui

qui Colores etiam aliis circumdantur, sed recedendo à centro continuò debiliores sunt. (*Exp.*)

1469. Si Lumen trans vitrà, & interpositam æream Lamellam, in Oculos penetret, macula in medio, per quam Radii omnium Colorum transeunt, alba apparet, & recedendo à centro Colores, qui quoque ad diversos ordines, præcedentibus oppositos, possunt referri, juxta hanc seriem apparent. ALBUS, rubeus flavescens, niger, violaceus, cœruleus: ALBUS, flavus, rubeus, violaceus, cœruleus: VIRIDIS, flavus, rubeus, viridis subcœruleus: RUBEUS, viridis subcœruleus: qui etiam Colores aliis debilioribus circumdantur. (*Exp.*)

1470. Lamina tenuis ex aquâ efficitur, si hæc paululum sapone incrassata fuerit, & flatu per fistulam in bullam infletur. Lamella vitrea plano nigro applicatur; & huic bulla imponitur ita, ut hemisphærii figuram habeat. Tegitur bulla hæc campanulâ vitreâ, admodum translucidâ, ne, aëris agitatione, Colores qui in hac bullâ observantur, motu aquæ, confundantur. Bulla talis, quia aqua continuò omnes partes versùs defluit, tenuissima est in supremâ parte, & crassities descendendo continuò augetur, & totius crassities ex eâdem causâ de momento in momentum minuitur. Antequam bulla dirumpatur, in supremâ ipsius parte ita tenuis sit, ut omne Lumen transmittat, & nigra appareat. Si in hoc casu bulla hæc reflexo Lumine observetur, dum cœli subalbidioris
re-

reflexione illustratur, & Lumen extraneum intercipitur, Corpore quocunque nigro ultra bullam posito, macula nigra memorata iisdem circulis coloratis circumdatur & eodem ordine dispositis, qui circa maculam nigram in præcedenti Experimento observari potuere. Descensu aquæ continuò dilatantur annuli colorati donec frangatur bulla. Cavendum etiam ne objecta extranea in ipsâ bullâ appareant, ut in Speculo; his enim annuli quasi interrumpuntur. (*Exp.*)

Si, ubi extremus bullæ circuitus, reflexis Radiis, rubeus apparet, Spectator illum, transmissis Radiis, intueatur, cœruleus erit; & in genere Colores, transmissis & reflexis Radiis, eodem modo ac in præcedenti Experimento, sibi mutuò opponuntur.

Ex hisce Experimentis collatis, sequitur augendo tenuissimæ Laminæ crassitiem, bujus Colorem mutari, & quidem mutationes dari successive easdem, eodem ordine, sive medium ex quo efficitur, majorem aut minorem vim refringentem habeat; nam in Laminâ aëreâ inter vitra, & aqueâ in bullâ, quarum crassities recedendo à puncto medio crescunt, eodem ordine Colores disponuntur.

In Laminâ tamen magis refringente minor crassities requiritur, quàm in minus refringente, ut eodem Colore tingantur.

Iisdem positis quæ in Exp. in n. 1468. memorato, si aqua exiguâ copiâ, inter margines vitrorum introducat ab unâ parte, paulatim inter hæc illa penetrat; & in aquâ non alii, quàm in aëre, circulorum Colores ob-

servantur, neque horum ordo mutatur, sed circuli contrahuntur: ubi ad centrum pervenit aqua, omnes circulorum portiones in aquâ à portionibus in aëre separantur, & in minus spatium rediguntur. (*Exp.*)

1474. *Laminæ Color ab illius crassitie, & vi refringente, pendet, non à medio circumdante.* Si Lamella ex vitro tenuissimo, aut lapide speculâri ita tenuis detur, ut colorata appareat, Colores non mutantur si madefacta fuerit; id est, si loco aëris, aquâ circumdetur Lamella. (*Exp.*)

1475. *Ejusdem Lamellæ Color est eo magis vividus, quo illius vis refringens magis differt cum vi refringente medii circumambientis.* Probatur hoc Experimento; nam Colores Laminæ madefactæ languidiores sunt, quàm ejusdem Laminæ aëre circumdatæ. Etiam minus vivi sunt Colores in Laminâ aqueâ quæ vitro, quàm quæ aëre, circumdatur; minus autem aqua & vitrum vi refringente differunt, quàm aër & aqua.

1476. *Si media vi refringente æqualiter differant, Colores vividiores erunt, si magis refringens minus refringente circumdetur:* nam in Laminâ vitreâ tenuissimâ, quæ Coloribus propter ténuitatem tingitur, aëre circumdatâ, Colores magis vivi erunt, quàm in Exper. n. 1468. in quo Lamina aërea vitro circumdatur.

1477. *Ejusdem materiæ Lamina, eodem medio circumdata, eo majori copiâ Lumen reflectit, quo*

1478. *tenuior est. Nimum tamen si minuatur crassities, non reflectit Lumen.* Patent hæc Experimenti-

rimentis præcedentibus; in quibus circuli colorati minores, qui etiam sunt tenuiores, omnium optimè Lumen reflectunt; in centro verò, ubi Lamina est omnium tenuissima, nulla sensibilis datur reflexio; ut illud in n. 1470. clarè patet: in primo datur etiam Lamina tenuissima aërea, quæ Lumen non reflectit, nam macula translucida superat magnitudine superficies vitrorum, quæ ex intro-
 cessione partium immediatè sese mutuo tan-
 gunt.

Si dentur Laminae ejusdem medii, quarum 1479.
crassities sint in progressionē arithmetica numer-
orum naturalium 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. &c. si
omnium tenuissima reflectat Radios homogeneos
quosunque, secunda eosdem transmittet, tertia
iterum reflectet, & alternis vicibus Radii re-
fectuntur & transmittuntur: id est, Laminae,
quarum crassities in progressionē memoratā
respondent numeris imparibus 1. 3. 5. 7. &c.,
reflectunt Radios, quos transmittunt reliquæ,
quarum crassities respondent numeris paribus
2. 4. 6. 8. &c.

Hæc Laminarum proprietas obtinet res- 1480.
 pectu Radiorum homogeneorum quorumcun-
 que: cum hac differentiâ, quod crassities di-
 versæ pro Coloribus diversis requirantur, ut
 ante dictum (1472.); omnium minima est in
 Coloris violacei reflexione; in rubri refle-
 xione omnium maxima; positis crassitiebus
 intermediis, Radii refrangibilitatis interme-
 diæ reflectuntur, id est, *crescente Radii re-* 1481.
frangibilitate etiam minuitur crassities Laminae,
quæ illum reflectit.

Ec 4

Ia-

1482. Instituat^r Experimentum in loco obscuro, in quo hæc Imago Solis oblonga, sæpius memorata, in chartâ repræsentatur. Dentur, ut in n. 1468. duo vitra objectiva, Telescopiorum majorum, super se mutuò compressa, sed leviter, ne partes introcedant; impositis vitris mensæ, disponatur Oculus, ut Radii ab Imagine procedentes, à vitris reflexi parum obliquè in Oculum penetrent; ut hic, quasi in Speculo, successive videat Colores singulos Imaginis memoratæ; id est, vitra successive illuminentur Radiis homogeneis diversis; quod obtinetur paululum circa axem agitando prisma, quo Radii in Imagine oblongâ separantur. Annuli, in Experimento primo memorati, apparent, sed majori numero, & unius tantum Coloris; propter Coloris immutabilitatem in Radiis homogeneis (1424.); in interstitiis horum annulorum Radii transmittuntur, ut ex nigredine patet; etiam immediate demonstratur, si Radii in ipsa vitra incidant; nam illi, qui per annulorum separationes transeunt, circulos ejusdem Coloris, in chartâ post vitra positâ exhibent. Annuli omnium sunt minimi, quando sunt violacei; dilatantur successive considerando Colores sequentes ad rubrum usque. Si, positis annulis Coloris cujuscunque, diametri exactè mensurentur, circulorum, qui in medio latitudinis singulorum annulorum concipiuntur, quadrata diametrorum erunt inter se ut numeri impares 1. 3. 5. &c. & eodem modo, mensuratis diametris circulorum, in medio singulorum

rum interstitiorum inter annulos, illarum quadrata erunt ut numeri pares 2. 4. 6. &c. Cum autem agatur de vitris sphæricis, quadrata diametrorum sunt ut crassities Laminæ aëreæ, in ipsis circulis; id est crassities hæ, sunt ut numeri pares & impares. (*Exp.*)

DEFINITIO

Color homogeneus, in Laminâ medii cujuscunque, dicitur primi ordinis, si Lamina fuerit omnium tenuissima, quæ talem Colorem reflectit; in Laminâ, cujus crassities tripla est, dicitur secundi ordinis, &c. 1483.

Color primi ordinis est omnium maximè vividus; & successive, in ordinibus sequentibus, secundo, tertio, &c., minus ac minus vividus est (1477.). 1484.

Quando Radiis heterogeneis illustratur Lamina aërea, inter vitra Telescopiorum, aut Lamina similis ex aliâ quacunque materiâ, ut in n. 1470. varii ex annulis, in Experimento in n. 1482. memorato, visis, inter se confunduntur, & Color videtur, qui ex horum permixtione conflatur, nam eadem Lamina crassities, ad Colores diversos, variorum ordinum, reflectendos, sæpè requiritur: sic Lamina, quæ violaceum tertii ordinis reflectit, etiam repercutit rubrum secundi ordinis, ut, ad hoc attendendo, ex ultimo Experimento deducitur: ideòque in n. 1468. 1470. violaceus annulus tertius cum parte exteriori annuli rubri secundi confunditur, & Color datur purpureus; non tamen omnis ruber Color secundi ordinis absorbetur; quia annulus ruber violaceum latitudine superat. 1485. 1486.

Ee 5

Quo

1487. *Quo magis augetur Laminæ crassities, eo plures Colores reflectit, varios, ex diversis ordinibus. Lamina violacea decimi ordinis, congruit cum cœruleâ noni ordinis, & flavâ octavi ordinis, & tandem cum rubrâ septimi ordinis, & Color Laminæ ex permixtione horum Colorum conflatur.*

1488. *Si in Exp. memoratis in n. 1468. 1470., obliquè Spectator intueatur Laminas, aëream, & aqueam, dilatantur annuli cum Oculi obliquitate, id est, in hoc motu Oculi Laminæ Color in determinato loco mutatur: major tamen est in n. 1468. dilatatio; quod probat*

1489. *obliquitate Radiorum Colorem magis mutari, si Lamina magis refringente medio, quàm si minus refringente circumdetur.*

1490. Cujus propositionis demonstrationem ex
 TAB. XIV. Refractionis legibus facilè deducimus. Sint
 §g. 5. L & l Laminæ tenues; hæc medio magis refringente, illa medio minus refringente circumdata; sint ambæ ejusdem crassitiei: si in

has incidant Radii AB, *ab*, æqualiter ad Laminas inclinati, in L refractione fiet, accedendo ad perpendicularem (1080. 1101.), in l contra refringitur Radius recedendo à perpendiculari (1081. 1101.); & licet BD & *bd* sint æquales, *bc* longitudine, superat BC, ideòque major datur mutatio in motu

1491. Luminis in Laminâ l quam in L. *Auctâ vi refringente Laminæ L, manente medio minus refringente quo circumdatur, minor dabitur differentia inter BC & BD, ideòque minor mu-*

1492. *tatio Coloris; & si ita augeatur vis refringens Lamina, ut Radii refracti, quæcunque fuerit*

rit incidentis obliquitas, sensibilibiter inter se non differant, *sensibilis non dabitur differentia in Colore Laminae, in quocunque situ Oculus ponatur.*

Ex hisce deducimus, *quarundam Lamina-1493.
rum Colorem ex mutato Oculi situ variari, alia-
rum Colorem permanere.*

CAPUT XXI.

De Corporum naturalium Coloribus.

Quæ Corporum quorumcunque Colores spectant, ex huc usque explicatis facile deducuntur.

Radii reflexi primum examinandi, deinde in constitutionem superficierum inquirendum erit.

Vidimus Radios Luminis Colores sibi peculiare & immutabiles habere, ita ut reflexione non mutantur. (1431.)

Ideo Radii à Corporibus reflexi, *maiores aut 1494.
minorem refrangibilitatem habent pro majori aut
minori refrangibilitate, quæ competit Colori
ipsius Corporis.* In medio chartæ nigræ duo frustra quadrata, duorum circiter pollicum, vittæ sericæ, aut panni, unum rubeum alterum cœruleum, junguntur ita, ut sese mutuo ad latera tangant, disponitur charta nigra, ut à Lumine per fenestram cubiculum intranti vittæ probe illuminentur: si Spectator trans prismâ vittas intueatur, Colores separati apparent. (*Exp.*)

Si

1495. Si eadem vittæ sericæ in loco obscuro Radiis solaribus illustrentur, ita tamen ne locus nimium ab ipsis illuminetur, & ad distantiam sex pedum detur Lens convexa, de quâ in n. 1439., ad distantiam circiter sex pedum, in chartâ albâ dabitur repræsentatio vittæ rubræ, ad minorem distantiam alius repræsentationem exactam habemus. Detegitur facile ubi repræsentationes sunt exactæ, si fila nigra trajiciant superficiem vittarum; nam hæc fila distincta apparent in exactâ repræsentatione. (*Exp.*)

1496. *Corporum Colores varios dari, quia Radii diversi à Corporibus diversè coloratis reflectuntur, & Corpus illius Coloris apparere, qui oritur ex permixtione Radiorum reflexorum*, non modò ex præcedentibus Experimentis deducitur, sed etiam directè hoc probatur Experimento memorato in n. 1432. ex quo sequitur Corpora naturalia reflectere Radios omnium Colorum; sed quosdam majori copiâ; & hi soli tantùm sensibiles sunt, quando Lumine heterogeneo illustrantur Corpora. (*Exp.*)

1497. Radii, qui à Corpore non reflectuntur, in hoc penetrant, ibique innumeras reflexiones & refractiones patiuntur (1385.), donec tandem sese jungant particulis ipsius Corporis

1498. (913.). *Ideo Corpus eo citius incalescit, quo minori copiâ reflectit Lumen* (934.). Idcirco

1499. *Corpus album*, quod fere omnes Radios quibus illustratur reflectit (1441.), *omnium lentissimè incalescit, dum Corpus nigrum*, in quod ferè omnes Radii penetrant, quia pauci tantùm reflectuntur (1398.), *citius alijs Calorem acquirit.* Ut

Ut autem determinemus constitutionem su- 1500.
 perficierum Corporum, à quâ Color pendet,
 debemus attendere ad minimas particulas,
 ex quibus hæ superficies efficiuntur; Parti-
 culæ hæ sunt translucidæ (1381.), & sepa-
 rantur medio, quod vi refringente differt cum
 ipsis particulis (1385.); sunt etiam tenues,
 aliter superficies quasi Corpore translucido
 obtegeretur (1386.), & Color à particulis
 infra has penderet. In omni ergo superficie
 Corporis colorati dantur Laminæ innumeræ
 exiguæ tenues; minuendo autem Laminam,
 servatâ hujus crassitie, non hujus proprieta-
 tes, quantum ad Luminis reflexionem, mu-
 tantur; nam Lamina minima, cum relatione
 ad Radios Luminis, magna admodum est:
 Idcirco demonstrata in Capite præcedenti,
 ad hæc Laminas in superficiebus Corporum
 applicari possunt. Unde sequentes deduci-
 mus conclusiones.

Pendet Color Corporis à crassitie, & vi refrin- 1501.
gente partium Corporis, quæ in superficie inter-
jacent meatus in Corpore. (1474.)

Eo magis vividus & magis homogœneus est Co- 1502.
lor, quo partes sunt tenuiores. (1484. 1487.)

Cæteris paribus, partes memoratæ crassitiem 1503.
omnium maximam habent, si Corpus fuerit
rubrum, omnium minimam, si violaceum.
(1480.)

Partes Corporum vim refringentem multo ma- 1504.
jorem habent quàm medium in interstitiis. (1489.
1491. 1492.)

Vis hæc refringens minor est in caudis pavo- 1505.
nun & in genere in Corporibus, quorum Co-
lor

- lor pro diverso Oculi situ variat. (1488. 1491.)*
1506. *Color Corporis ob/curior & fusciore est, si medium magis refringens poros intret (1475.); tunc enim partes à quibus Color pendet, medio magis refringente quàm ante, circumdantur.*
1507. *Experimur hoc in omnibus Corporibus, quæ intimè ab aquâ aut oleo penetrantur: exsiccatis Corporibus pristinum recuperant Colorem, nisi in quibusdam occasionibus, in quibus, actione aquæ aut olei, quædam partes sunt sublatae, aut quando partes quædam aquæ aut olei, cum partibus Corporis ita conjunguntur, ut Lamellarum crassities mutetur.*
- Ex simili causâ deducuntur mutationes in Coloribus quorundam liquidorum, ex permutatione cum aliis liquidis. Sæpe particulae salinae, natantes in uno liquido, sese jungunt particulis salinis natantibus in alio; aut, ex actione particularum supervenientium, separantur particulae junctæ, quibus omnibus particularum crassities, & cum hac liquidorum Color mutatur. (1472.)*
1509. *Liquidi aliquando diversus est Color, si Radiis reflexis, quàm si transmissis, videatur: unde hoc oriatur antea vidimus. (1468. 1469.)*
1510. *Infusio ligni nephritici, non nimium saturata, reflexis Radiis cœrulea apparet, & flava videtur, si inter Lumen & Oculum detur phiala infusionem continens. (Exp.)*
1511. *Si in infusionem ligni nephritici infundatur spiritus aceti vini, flava apparet quomodoque videatur. (Exp.)*

In

In hoc casu particularum crassities muta-1512:
tur, & Radii per singulas particulas transmissi
intercipiuntur; licet verò liquor inter Ocu-
lum & Lumen ponatur, Radiis reflexis vide-
tur, nam tales Radios ad Oculum pervenire
ex variis reflexionibus, quas Lumen in liqui-
do patitur, facile concipimus. Hicce autem
Color solus sensibilis est, quia Radii directe
per particulas non transeunt.

Ex hoc ipso deducimus, quare *liquidum co-*1513:
loratum, in vitro figurae coni inversi, si detur
inter Oculum & Lumen, diversi Coloris appa-
reat, in variis vasis partibus; in inferiori par-
te non omnes Radii per particulas transmissi
intercipiuntur, magis ac magis interceptiun-
tur, quo majori copia liquidum inter Ocu-
lum & Lumen datur; donec tandem omnes
intercipiantur, & soli à particulis reflexi li-
quidum penetrent; in quo casu Color coin-
cidit cum Colore liquidi, radiis reflexis visi.

*Nubes sæpe pulcherrimè colorata apparent;*1514:
constant ex particulis aqueis quibus interja-
cet aër, pro varia idèò particularum aquea-
rum crassitie, Color diversus in Nube obser-
vatur. (1472.)

FINIS. LIBRI QUINTI.

PHI.

PHILOSOPHIÆ
NEWTONIANÆ
INSTITUTIONES.

L I B R I VI.

Pars I. De Mundi Systemate.

C A P U T I.

Idea generalis Systematis Planetarii.



patium nullis limitibus terminari posse (17.) qui attentè consideraverit, vix inficias ire poterit, supremam omnipotentem Intelligen-
tiam, quam Terricolis arcto in campo demonstravit, sapientiam ubique manifestam fecisse. Quem hic arctum dico campum, in immensum captum nostrum superat; arctum tamen cum spatio infinito collatum.

1515. *Tellus nostra cum sedecim aliis Corporibus,*
(non

(non plura novimus) *in determinato spatio movetur*; non ultra determinatos limites, à se mutuò recedunt, neque ad se mutuò accedunt hæc Corpora; & *immutatis legibus Motus eorum subjiciuntur.*

D E F I N I T I O I.

Congeries hæc septemdecim Corporum vocatur 1516.
Systema Planetarium.

Circa hæc sola ferè tota versatur ars Astronomica; de his etiam præcipuè acturus sum in hoc Libro; reliqua Universum constituentia Corpora nimium à nobis distant, ita ut horum Motus, si moventur, à nobis observari nequeant; inter hæc nobis sensibilia sunt sola lucida, & quidem insigniora tantum, aut quæ à nobis cæteris minus distant: etiam illorum, quæ Telescopio deteguntur, plurima Oculo inermi visibilia non sunt.

D E F I N I T I O 2.

Corpora hæc omnia dicuntur Stellæ fixæ. 1517.

Fixæ vocantur, quia eundem situm inter se sensibilibiter servant; circa hæc peculiaris quædam, in sequentibus, memoranda erunt.

Quod autem Systema Planetarium spectat; *In hoc septemdecim dari Corpora diximus; omnia sunt spherica: Unicum proprio Lumine lucet; reliqua sunt opaca, & mutuato Lumine visibilia sunt.* 1518.

Sol est Corpus illud lucidum, & omnium in Systemate Planetario longè maximum; in hujus mediò quiescit, saltem exiguo Motu tantum agitur. 1519.

D E F I N I T I O 3.

Reliqua sedecim vocantur Planeta. 1520.
Tom. II. Ff Hi

434 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

Hi in duas classes dividuntur; sex dicuntur Planetæ primarii; decem vocantur Planetæ secundarii. Quando de Planetis, nullâ adjectâ distinctione, loquimur, primarios intelligimus.

1521. *Primarii Planetæ Motibus suis Solem cingunt, & ad diversas ab hoc distantias, in curvis, in se redeuntibus, feruntur.*

1522. *Planeta secundarius circa primum revolvitur; & hunc in Motu suo circa Solem comitatur.*

1523. *Planetæ in Motibus suis lineas ellipticas (319.), à circulis non admodum differentes, describunt.*

Et singulæ lineæ hæ fixæ sunt, saltem, nisi post longum tempus, exigua in situ mutatio observatur.

1524. *Ita singulorum Planetarum primariorum Orbitæ disponuntur, ut Focorum alter cadat in centro Solis; si Ellipsis A B a b repræsentet Orbitam Planetæ, centrum Solis est F.*

DEFINITIO 4.

1525. *Distantia, inter centrum Solis & centrum Orbitæ, vocatur Planetæ Excentricitas; ut F C.*

1526. *In singulis revolutionibus Planeta semel ad Solem accedit, & semel ab hoc recedit; daturque ad distantiam omnium maximam in extremitate a axeos majoris Orbitæ; & ad distantiam omnium minimam in extremitate oppositâ A.*

DEFINITIO 5.

1527. *Distantia Planetæ à Sole vocatur media, quæ aequaliter cum maximâ & minimâ differt. Ad hanc datur Planeta in extremitatibus B, b, axeos minoris.*

DE-

DEFINITIO 6.

Punctum Orbitæ, in quo Planeta à Sole maxime distat, vocatur Apbelium. Ut a. 1528.

DEFINITIO 7.

Punctum Orbitæ, in quo Planeta minime à Sole distat, vocatur Peribelium. Ut A. 1529.

DEFINITIO 8.

Nomine communi puncta hæc vocantur Auges, seu Apfides. 1530.

DEFINITIO 9.

Linea, quæ Apfides conjungit, id est axis major Orbitæ, vocatur Linea Apfidum. 1531.

Orbita unaquæque in plano datur, quod per centrum Solis transit. 1532.

DEFINITIO 10.

Planum Orbitæ Telluris vocatur Planum Eclipticæ. 1533.

Hoc quaquaversum continuatum concipitur; & ad situm planorum reliquarum Orbitalium, respectu hujus, attendunt Astro-nomi.

DEFINITIO 11.

Puncta, in quibus Orbitæ secant Planum Eclipticæ, vocantur Nodi. 1534.

DEFINITIO 12.

Linea, quæ jungit Orbitæ cujuscunque Nodos, id est, communis Sectio Plani Orbitæ, cum Plano Eclipticæ, vocatur Linea Nodorum. 1535.

Planeta non aequali celeritate in omnibus suis Orbitæ suæ fertur. Quo minus à Sole distat, eo celerius movetur; & Tempora, in quibus arcus varii Orbitæ percurreuntur, sunt inter se ut Areas, lineis ad centrum Solis ductis; 1536. 1537.

determinatæ. Arcus A G & G B percurruntur in temporibus, quæ sunt inter se, ut Aræ triangulorum mixtorum A F G, G F B.

1538. *Omnes Planetæ eandem partem versùs feruntur; & horum Motus, in Orbitis suis, est contrarius Motui, quem quotidie in omnibus Corporibus cœlestibus observamus, quo in uno die Tellurem circumferri videntur, de quo in sequentibus.*

D E F I N I T I O 13.

1539. *Motus, qualis est Planetarum in Orbitis, dicitur in consequentiâ, & directus.*

D E F I N I T I O 14.

1540. *Motus contrarius in antecedentiâ vocatur; aliquando etiam retrogradus.*

1541. *Quo à Sole magis removentur Planetæ, eo in Orbitis lentius feruntur; ita, ut Tempora periodica magis distantium majora sint, & ex majori Orbitâ percursâ, & ex lentiori Motu.*

D E F I N I T I O 15.

1542. *Axis Planetæ dicitur linea, quæ per centrum Planetæ transit, & circa quam bice rotatur*

1543. *Planetæ, saltem plerique, & Sol ipse, circa axes revolvuntur: duo dantur, circa quos, hujus respectu, Observationes instituere non licuit, qui hoc Motu probabiliter non destituuntur.*

1544. *Motus bice conspirat cum Motu Planetarum in Orbitis, id est, est in consequentiâ.*

1545. *Axes ipsi Motu parallelo feruntur, ita, ut singula axeos Planetæ puncta lineas æquales, & similes, describant.*

DE-

DEFINITIO 16.

Axeos extremitates dicuntur Planeta Poli. 1546.

Planetarum à Sole distantias satis accuratè inter se conferunt Astronomi: ita, ut totius Systematis ideam habeamus. Orbium dimensiones in hoc Schemate repræsentantur, in quo puncta N, N, singulorum Orbium Nodos designant. TAB. XV.

Nondum tamen bujus Systematis dimensiones, cum ullâ mensurâ nobis notâ in superficie Telluris, conferre possumus; Observationes enim, circa talem collationem institutas, erroris expertes esse, Astronomus non asseret.

Ut autem variæ Systematis partes inter se conferantur, ponimus mediam Telluris à Sole Distantiam, dividi in 1000. partes æquales, quæ, in mensurandis reliquis dimensionibus, adhibentur. 1549.

Sol ☉ in medio Systematis, ut ante dictum, exiguo motu agitatur, circa axem revolvitur in Tempore $25\frac{1}{2}$. Dierum: & axis ad Planum Eclipticæ inclinatur, efficiens angulum 87. gr. 30'.

Planetarum omnium minimè à Sole distat Mercurius ☿. Hujus Distantia media à Sole est 387.: Excentricitas est 80.: Inclinatio Orbitæ, id est, angulus, quem Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ efficit, est 6. gr. 52'.: In tempore 87. Dierum, 23. Horar. 15'. 38'. Revolutionem circa Solem peragit. 1551.

Insequitur Venus ♀; cujus Distantia media à Sole est 723.: Excentricitas 5.: Inclinatio Orbitæ 3. gr. 23'.: Tempus periodicum 224. Dier. 14. Hor. 49'. 20".: Circa axem

F f 3 ro-

438 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

rotatur, in tempore 24. Dies. & 8. Hor.
Axis cum Plano Eclipticæ efficit ang. 15.
aut 20. gr.

1553. Planeta tertius ordine à Sole, est Tellus
nostra &. Hujus Distantia mediâ à Sole est
1000. : Excentricitas 16, 91, aut 17. quam
proximè. In ipso Plano Eclipticæ movetur.
Tempus periodicum, aut Annus periodicus,
est 365. Dies. 6. Hor. 9. 14". ; superat hic
Annum tropicum 20', 17". : Circa Axem in
tempore 23. Hor. 56'. 4". revolvitur : Axis
cum Plano Eclipticæ efficit angulum 66.
gr. 131.

1554. Mars δ à Sole in mediâ Distantiâ remo-
vetur 1544. : Excentricitas est 141. : Inclina-
tio Orbitæ 1. gr. 52'. : Tempus periodicum
686. Dies. 22. Hor. 29'. : Circa Axem Revo-
lutionem peragit in 24. Hor. 40'.

1555. Jupiter ϵ Planetarum maximus, à Sole
distat mediâ remotione 5201. : Excentrici-
tas 250. : Inclinatio Orbitæ, 1. gr. 20'. :
Tempus periodicum 4332. Dies. 12. Hor.
20'. 9". : Circa Axem revolvitur in 9.
Hor. 56'.

1556. Saturni ζ Planetarum remotissimi à Sole
Distantia mediâ est 9538. : Excentricitas
5470. : Orbitæ Inclinatio, 2. gr. 30'. : Tem-
pus periodicum 10759. Dies. 6. Hor. 36'.
Hic Annulo circumdatur, qui Planetam non
tangit, & hunc nunquam deserit: nisi adhi-
bito Telescopio visibilis non est.

Data Distantiâ mediâ, addendo Excen-
tricitatem, detegitur maxima Distantia;
subtractâ verò Excentricitate ex mediâ
Di-

Distantiâ, determinatur Distantia minima (1525.)

Tres Planetæ, Mars, Jupiter, & Saturnus, qui ultra Tellurem à Sole removen-
tur, dicuntur *superiores*. *Inferiores* Planetæ
vocantur Venus & Mercurius.

Inter primarios Planetas tres secundariis ſi- 1558.
pantur.

Circa Saturnum quinque Planetæ, Satelli-
tes dicti, moventur: Circa Jovem quatuor:
Circa Tellurem unus, Luna nempe.

Planetæ secundarii, Lunâ exceptâ, nudis
Oculis non deteguntur.

Satellites circa Primarios describunt Areas, 1559.
lineis ad centra Primariorum ductis, temperi-
bus proportionales; ut respectu centri Solis
de Primariis dictum. (1537.)

Luna circa Tellurem in Ellipsi movetur, cu- 1560.
jus Focorum alteram occupat Telluris centrum,
à quo Lunæ Distantia media est semi-diam-
etrorum Telluris 60. : Excentricitas mutationi 1561.
obnoxia est; media est semi-diametrorum
3. : Planum Orbitæ, cum Plano Eclipticæ, 1562.
efficit angulum circiter 5. gr.; sed non con-
ſans est hæc Inclinatione.

In Motu Lunæ circa Tellurem, non Motu 1563.
parallelo feruntur, neque Linea Apſidum, ne-
que Linea Nodorum; sed hæc in antecedentiâ,
illa in conſequentiâ fertur; prima in 9. circi-
ter Annis revolutionem peragit; ſecunda in
19. Annis. Lunæ Tempus periodicum, cir-
ca Tellurem, est 27. Dierum & 7. Hor. 43.
circiter; & exactiſſimè in eodem tempore
circa Axem rotatur.

FF 4

Pla-

1564. Planetarum circumjovialium primus, seu intimus, à Jovis centro distat Diametros Jovis $2\frac{1}{2}$. : circa Jovem circumvolvitur in uno Die 18. Hor. 27'. 34".

Secundi Distantia est Diametrorum Jovis $4\frac{1}{2}$. : Tempus periodicum 3. Dier. 13. Hor. 13'. 42".

Tertii Distantia est $7\frac{1}{2}$. Diam. : Tempus periodicum 7. Dier. 3. Hor. 42'. 36".

Quartus distat $12\frac{1}{2}$. Diam. : Revolvitur in tempore 16. Dier. 16. Hor. 32'. 9".

1565. Primus seu intimus Saturni Satelles, à centro Saturni distat $\frac{3}{4}$. Diam. Annuli : Tempus periodicum 1. Diei. 21. Hor. 18'. 27".

Secundi Distantia est Diam. Ann. $1\frac{1}{4}$. : Tempus periodicum 2. Dier. 17. Hor. 41'. 22".

Tertii Distantia est $1\frac{1}{2}$. Diam. Ann. : Tempus periodicum 4. Dier. 12. Hor. 25'. 12".

Quarti Distantia 4. Diam. Ann. : Tempus periodicum 15. Dier. 22. Hor. 41'. 14".

Quinti Distantia 12. Diam. Ann. : Tempus periodicum 79. Dier. 7. Hor. 48'. 00".

1566. De Motu horum, ut & Jovialium Satellitum, circa Axes, nil certi huc usque ex Observationibus Astronomicis determinari potest.

Si ad Distantias & Tempora periodica Planetarum attendamus, hanc Regulam in nostro Systemate, ubicunque plurima Corpora circa idem punctum revolvuntur, id est, 1567. circa Solem, Saturnum, & Jovem, obtinere videmus : *quadrata Temporum periodicorum esse*

esse inter se, ut cubos Distantiarum mediarum à Centro.

Dimensionum ipsorum Corporum, in no- 1568.
stro Systemate, ideam damus in Schemate,
in quo omnes Planetæ primarii, ut & Sa-
turni Annulus, secundum dimensiones suas,
delineantur. Sol, cujus magnitudo omnes
alias excedit, repræsentatur circulo, cujus
diameter æqualis est lineæ AB.

Hæ dimensiones satis exactè proportionēs
Corporum inter se exhibent, si Tellurem
excipiamus, quæ, ex ratione jam traditâ
(1548.), cum cæteris Corporibus ita con-
ferri non potest, ut de errore dubium nul-
lum superfit.

Mensuratur tamen Telluris Diameter, & est 1569.
3389940. perticarum, quarum singulæ con-
tinent 12. pedes Rhenolandicos; sed licet
inter se, & cum Solis Diametro, conferan-
tur cæterorum Planetarum Diametri, quot
pedes hæ contineant, nisi post, in tempo-
re opportuno, instituendas Observationes,
determinari non poterit.

Inter Corpora, Systema Planetarium com-
ponentia, *sola Luna cum Tellure confertur*; 1570.
hujus Diameter est ad Lunæ Diametrum, ut
73. ad 20.

Planetæ secundarii reliqui ab Astronomis non 1571.
mensurantur, quosdam tamen magnitudine
Tellurem excedere, in dubium vix vocari
potest.

Præter Corpora, huc usque memorata, in
Systemate Planetario, quædam alia per tem-
pus videntur, quæ ad Solem accedunt, dein-

Ff 5 de

1572. de ab hoc recedunt, & invisibilia fiunt; Cometa dicuntur: Hi plerumque caudati apparent, & Cauda semper à Sole aversa datur. In
1573. Motu suo describunt Areas, lineis ad centrum Solis ductis, Temporibus proportionales, ut de Planetis dictum (1537. 1559.)
1574. Circa Cometas probabile est, illos in Orbitis ellipticis admodum excentricis moveri; ita, ut invisibiles sint, quando à Sole remotiorem Orbitæ partem occupant, quod ex quorundam Periodis satis regularibus deducitur; &
1575. ex Observationibus constat, quasdam portiones Ellipsium valde excentricarum, in quarum Foco centrum Solis erat, in Motu suo descripsisse.

Quam huc usque ideam Systematis Planetarii dedi, Astronomicis nititur Observationibus; &, de huc usque dictis, nulla lis est inter Astronomos, si excipiamus, quæ lineam ellipticam, & Motum Telluris, spectant.

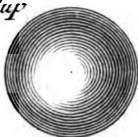
Quidam, Planetarum Orbitas non esse ellipticas, sed illos, in Motu, aliam ovalem describere, contendunt. Ex Observationibus Tychoonis Brahe deduxit Keplerus, lineas has esse ellipticas; & curvas alias à Planetis non posse describi, in Parte sequenti videbimus.

Qui Tellurem quiescere contendunt, nullo astronomico, aut physico, nituntur argumento; id est, ex Phenomenis non ratiocinantur: neglecta Systematis simplicitate, & in hoc Motuum analogiâ, sententiam suam Observationibus non adversari de-

Sat.



Jup



Mars

Tell.

Venus

Merc.

defendunt; in quo & illos errare, in Parte sequenti videbimus.

CAPUT II.

De Motu apparenti.

Qui, lecto Capite præcedenti, Cælum intuebitur, illud se, quod ibi exponitur, Systema contemplari vix credet; & exactior Motuum cælestium consideratio dubium augebit. Nil mirum, *in Cælis præ-* 1576.
ter nos decipientes Motuum apparentias vix quicquam observamus.

Variis motibus agitatus Spectator, qui se quiescere persuasum habet, & intuetur Corpora, circa quorum distantiam & magnitudinem falsa fert judicia, vulgaris est Cælorum contemplator. Per multa sæcula verum Mundi Systema, Cælum etiam exactius observantes, latuit.

Explicandum autem nobis est, quomodo 1577.
omnia, quæ circa Corpora cælestia observantur, respectu Spectatoris in Tellure, locum habeant in Systemate exposito; id est, ex notis Motibus apparentias deducemus. Quod fieri non potest, nisi quibusdam generalibus præmissis, de Motu apparenti in genere.

Motum verum nullâ arte à nobis observari posse, extra omne dubium est; solus Motus relativus sub sensu cadit (52.); de eo etiam tantum agitur in Capite præcedenti:
Quis

Quis affirmare aut negare cum ratione poterit, non Motu communi omnia Corpora nobis nota, per spatia immensa transferri?

1578. *Motus relativus ab apparenti distinguendus est*; hic enim est mutatio visa in situ Corporum, & pendet à mutatione in picturâ in fundo Oculi; nam objecta illam inter se relationem apparentem habent, quæ datur in Oculo inter objectorum repræsentationes; videntur enim ut in Oculo depinguntur (1220.); & mutatio in hac picturâ, ex Corporum motu, ferè semper differt cum mutatione relationis inter ipsa Corpora; ut ex picturæ formatione sequitur.

1579. *Cælum nihil est præter spatium immensum, quod videri non potest*, & nigrum appareret (1398.), nisi continuo Radii Luminis innumeri, à Corporibus cœlestibus manantes, Athmosphæram penetrarent. Plerique per rectas lineas ab illis Corporibus ad nos perveniunt, multi tamen in Athmosphærâ varias patiuntur reflexiones & totam Athmosphæram illuminant; inde de die, etiam absque nubium reflexione, Corpora illustrantur, ad quæ Radii solares directè pervenire nequeunt.

Radii hi sunt heterogenei, & quidem albi; nam Corpora dantur hisce Radiis illustrata, quæ alba apparent; & quæ ita illustrantur, per prismata visa, ad extremitates coloribus tinguntur; quod in colore homogeneo non obtinet (1448.), etiam circulus chartæ albæ, diametri semi-pollicis, panno nigro superimpositus, si hisce Radiis illuminetur, per pri-

prisma oblongus apparet, & iidem colores, qui in Radiis solaribus observantur (1412.), eodem modo hîc videntur; quæ omnia minimè obtinerent, si aër, ut à plurimis statuitur, foret liquidum cœruleum, id est, per quod soli Radii cœrulei, saltem maximâ copîâ, transeunt.

Dum Cælum nigrum intuemur, Radii albi 1580. *memorati Oculos intrant, unde color cœruleus Cælorum oritur.*

Quia adsueti sumus colorem videre, ubi objectum datur coloratum, etiam ad objectum refertur color Cælorum; cum autem hic omnes partes versùs æqualiter observetur, concipimus superficiem cavam sphaericam, 1581. *aut potius sphæroideam, in cuius centro ipsi positi sumus; superficiem banc ut opacam, idèdque ultra omnia Corpora nobis visibilia remotam, imaginamur.*

Quando inter planum & Oculum datur Corpus, de cuius distantia iudicium ferre non possumus, plano applicatum nobis apparet Corpus, quæcunque fuerit distantia inter hoc & planum; nulla enim datur ratio, quare partes plani, quæ ad latera imaginis Corporis in Oculo depinguntur (1220.), non ad eandem distantiam cum Corpore apparerent.

Inde etiam omnia Corpora cœlestia, (quo- 1582. rum minimè à nobis distans, Luna nempe, ita removetur, ut iudicium de distantia non detur (1253.), ad sphaeram imaginariam, memoratam, referuntur; & omnia æquè remota apparent; & in superficie sphaerae cavæ moveri vi-

videntur. Sic Luna inter Stellæ fixas concipitur, licet illius distantia vix rationem sensibilem habeat ad Saturni distantiam, quæ ipsa evanescit collata cum immensâ Stellarum fixarum remotione. Non mirum est igitur, si de magnitudine Corporum cœlestium & Cœlorum immensitate nil noscat vulgus.

Deducimus ex dictis, quomodo ex dato Motu Corporis cujuscunque, & noto Motu Telluris, Motus apparens determinetur.

Sphæram diximus concipi ultra Stellæ fixas in cujus centro datur Spectator (1581.): Orbita Telluris adeo est exigua respectu diametri hujus sphæræ, ut ex translato cum Tellure, Spectatore, centrum sphæræ sensibilter non mutetur; Quare in omnibus superficiei Telluris punctis, & tempore quocunque, eandem Terricolæ imaginantur sphæram, ad quam Corpora cœlestia referunt; & quam, in sequentibus, nominabimus Sphæram Stellarum fixarum.

1584. Hisce positis, si per Tellurem, & Corpus, lineam concipiamus, quæ ultra Corpus continuata Sphæram memoratam secatur, habemus punctum, ad quod Corpus memoratum refertur, & quod est locus apparens Corporis.

Dum Corpus, aut Tellus, aut ambo, movetur, agitatur hæc linea, & Motus apparens est linea, quam inter Stellæ fixas describit extremitas lineæ memoratæ, transeuntis per Tellurem & Corpus, cujus Motus apparens observatur.

1586. Idcirco eadem apparentiæ ex translata Tellure sequuntur, quæ ex translato Corpore, aut Motu amborum deduci possunt. Si

Si autem Corpus & Tellus ita moveantur, 1587.
 ut linea, quæ per hæc Corpora transit, Motu parallelo feratur, Corpus inter Stellæ fixas quiescere videbitur; quia spatium, in hoc casu, ab extremitate lineæ inter Stellæ percursum, non superat spatium à Tellure percursum; linea autem æqualis toti spatio, quod à Tellure potest percurri, ad distantiam Stellarum fixarum remota, nobis sensibilis non est.

Ex motu Telluris circa axem etiam datur 1588.
 Motus apparens, qui suo tempore, ex fundamentis in hoc Capite positis, facile deducitur.

Motum apparentem à relativo differre, & ex motu Spectatoris variari, navigantes quotidie experiuntur.

CAPUT III.

De Phænomenis Solis ex Motu Telluris in Orbitâ.

Sit Sol in S; Tellus in Orbitâ suâ in T; rs 1589.
 Sphæra Stellarum fixarum; locus apparens TAB. XVI.
 Solis est s (1584.). Dum Tellus in Orbitâ fig. I.
 transfertur à T in t, Sol moveri videtur, & percurrere arcum sr (1585.), qui mensurat angulum rSs , æqualem angulo TSt, ita, ut celeritas Motûs apparentis Solis pendeat, à celeritate Motûs angularis Telluris, respectu centri Solis; qui Motus ex duplici causâ crescit; ex imminutâ distantia à Sole, & ex auctâ

- auctâ celeritate Telluris: quæ ambæ causæ
 1590. semper concurrunt (1537.); quare *Motûs ap-*
 1591. *parentis Solis inæqualitas sensibilis est. In inte-*
grâ Telluris revolutione, etiam integrum circu-
lum Sol percurrere videtur.

D E F I N I T I O I.

1592. *Via hæc apparens Solis Linea Ecliptica vo-*
catur. Est sectio Sphæræ Stellarum fixarum
cum plano Eclipticæ (1533), ad hanc Sphæ-
ram usque continuato.

Dividitur hæc via in duodecim partes æ-
 quales, quæ singulæ continent 30. gr.; partes
 hæ vocantur Signa, & his nominibus dantur; Aries ♈, Taurus ♉, Gemini ♊, Cancer ♋, Leo ♌, Virgo ♍, Libra ♎, Scorpius ♏, Sagittarius ♐, Capricornus ♑, Aquarius ♒, Pisces ♓. Unde hæ partes nomina mutuatae sint, ubi de Stellis fixis acturi sumus, videbimus.

1593. *Diutius in percurrendis sex Signis prioribus hæ-*
ret Sol, quàm in sex posterioribus, daturque
differentia novem dierum.

1594. *Licet circulus nullum habeat principium aut*
finem, ubi tamen in hoc puncta varia deter-
minanda sunt, quoddam punctum pro prin-
cipio habendum est; hoc, in lineâ Eclipticâ
est primum punctum Arietis; quomodo deter-
minetur, in sequentibus videbimus. Non est
 1595. *fixum inter Stellæ fixas; idcirco Orbitæ Pla-*
netarum, quæ adeò parum mutantur, ut pro
immutabilibus haberi possint (1523.), non eun-
dem respectu hujus puncti situm servant.

D E F I N I T I O 2.

1596. *Distantia Solis à primo puncto Arietis, in*
con-

consequentia mensurata, dicitur Solis Longitudo.

Longitudines cæterorum Corporum coelestium, 1597. eodem modo in Eclipticâ mensurantur. Ad quam referuntur, si circulus major per Corpus concipiatur perpendicularis ad Eclipticam; punctum enim, in quo hæc ab illo circulo secatur, determinat Corporis Longitudinem.

DEFINITIO 3.

Distancia Corporis coelestis à lineâ Eclipticâ, 1598. vocatur illius Latitudo. Est arcus circuli majoris, ad Eclipticam perpendicularis, inter Corpus & Eclipticam interceptus.

DEFINITIO 4.

Si in centro Spæræ Stellarum fixarum, ad 1599. planum Eclipticæ, concipiamus lineam perpendicularem, puncta, in quibus hæc memoratam Spæram secat, vocantur Poli Eclipticæ.

DEFINITIO 5.

Zodiacus est Zona, quæ concipitur in Cælis, 1600. quam in duas partes æquales secat linea Eclipticæ, & quæ ab utraq; parte terminatur circulo lineæ Eclipticæ parallelo, & ab hac octo gradibus distanti. Propter exiguam orbium Planetarum, ut & Lunæ, inclinationem ad planum Eclipticæ; nunquam extra Zodiacum Corpora 1601. ulla Systematis planetarii apparent.

DEFINITIO 6.

Inter hæc, quæ eandem habent Longitudinem, 1602. dicuntur in Conjunctione.

DEFINITIO 7.

In Oppositione dicuntur, quorum Longitudines differunt 180. gr. 1603.

CAPUT IV.

*De Phænomenis Planetarum inferiorum, ex
borum, & Telluris, Motibus in
Orbitis suis.*

1604. **S**it S Sol; A V B v Orbita Planetæ inferioris. Tellus in Orbitâ suâ T; a v b portio Sphæræ Stellarum fixarum; locus apprens Solis est v. (1584).
TAB. XVI.
fig. 2.

Si ex Tellure, ad Orbitam Planetæ, ducantur tangentes T A a, T B b, clarè patet, nunquam ad majorem distantiam, quàm v a, aut v b à Sole, in Motu apparenti, removeri Planetam; & hunc illum, in Motu apparenti circa Tellurem, quasi comitari.

DEFINITIO.

1605. *Distantia apparens Planetæ à Sole, dicitur*
1606. *illius Elongatio. v a aut v b est Elongatio maxima: hæc ex duabus causis variat; quia nempe & Tellus & Planeta in lineis ellipticis revolvuntur. (1523.)*

1607. *Planeta, breviori tempore quàm Tellus, revolutionem peragit (1541.); ideo in Motu suo, inter Tellurem & Solem transit, & deinde ultra Solem respectu Telluris movetur: ita, ut duobus modis cum Sole in conjunctione sit, nunquam autem in oppositione.*

Ut ideam habeamus Motûs apparentis Planetæ, concipere debemus, cum Tellure moveri lineas T B b, T S v, T A a; ita ut puncta A, V, B, & v, dum Tellus revolutionem

nem peragit, Orbitam Planetæ circumrotentur; Planeta verò, qui celerius revolvitur, per hæc puncta successivè iterum atque iterum transit.

Dum ab V in D in Orbitâ fertur, inter 1608. fixas ab v, d versùs moveri videtur; in hoc casu, *Motus apparens est in antecedentiâ & Planeta est retrogradus.* In D *stationarius* dici- 1609. tur; quia *per aliquod tempus, in eodem loco, inter Stellas fixas apparet*: hoc obtinet, ubi Planetæ Orbita, in loco, in quo Planeta versatur, ad Orbitam Telluris, in loco in quo hæc datur, ita inclinatur, ut ductâ lineâ *td* lineæ TD parallelâ, & parum ab hac distanti, Dd sit ad Tt, ut Planetæ celeritas, in Orbitâ, ad Telluris celeritatem; hæ lineolæ eodem tempore percurruntur (58.); & lineâ, quæ per Tellurem & Planetam ducitur, Motu parallælo fertur, quo locus Planetæ apparens non mutatur. (1587.)

Inter d & B magis ad Orbitam Telluris inclinatur Planetæ Orbita, quare extremitas lineæ transeuntis per Tellurem & Planetam, licet Planeta celeritùs Tellure moveatur, in 1610. *consequentia* fertur; quam partem *etiam* versùs *dirigitur Motus apparens Planetæ* (1585.). Cum tamen Motus apparens Solis Motum apparentem Planetæ superet, Elongatio augetur, quæ posito Planeta in B, est maxima. Dum arcum Bv Planetâ percurrit, in *consequentia* etiam est Motus apparens, & Motum Solis apparentem superat, ad quem accedit, & transgreditur, ab hoc recedendo, donec pervenerit ad A. Inter A & E Motus in *consequen-*

tjâ continuatur; sed Sol, cujus Motus appa-
rens in hoc casu velocior est, ut de arcu dB
explicatum, ad Planetam accedit, & minui-
tur Elongatio. In E, eodem modo ac in D,
1611. stationarius est *Planeta*, inter E & V ite-
rum retrogradus est.

Planetæ Orbita ad planum Eclipticæ incli-
natur (1532. 1533), ideo *non in lineâ Ecli-
pticâ moveri videtur; sed* nunc minus nunc ma-
gis ab hac distat, & *in curvâ irregulari ferri*
videtur, quæ interdum Eclipticam secatur.

TAB. XVI. Sit NVN Orbita Planetæ; cujus Nodi N,
fig. 3. N; sit S Sol; Tt Telluris Orbita in plano
Eclipticæ; Tellus T, Planeta V. Si VA
concipiatur per Planetam ad planum Eclipticæ
perpendicularis, angulus VTA, aut potius
arcus qui hunc mensurat, est Latitudo Pla-
netæ (1598.): vocatur hæc Latitudo Geo-
centrica, ut distinguatur à Latitudine Pla-
netæ è Sole visi, quæ Heliocentrica dicitur,
& est in hoc casu angulus VSA; de illâ
hic agitur, Phænomena ex Tellure visa exa-
minamus.

1612. *Quando Planeta est in Nodo, in lineâ Ecli-
pticâ apparet, & curva, à Planetâ Motu ap-
parenti in Zodiaco descripta, secatur lineam*
1613. *Eclipticam; recedendo à Nodo augetur Plane-
tæ Latitudo, quæ etiam pro Telluris situ variat;*
sic manente Planetâ in V, major est La-
titudo si Tellus sit in T, quàm si foret in
t. Si, manente Tellure, Planetam ex V ad
v translatum concipiamus, ex duplici causâ
angulus vTB minor erit angulo VTA; ex
accessu Planetæ ad Nodum, & ex recessu
Si

Si nunc consideremus Tellurem & Planetam continuò moveri, facillè concipiemus mutari omnibus momentis Latitudinem ex utrâque causâ. Hæ interdum contrariè agunt, interdum, in augendâ aut minuendâ Latitudine, conspirant; unde necessariò oritur Motus apparens in curvâ irregulari, ut ante dictum, quæ Eclipticam secatur, quoties Nodos transgreditur Planeta, id est, bis in singulis hujus revolutionibus; curva etiam hæc, ab utrâque parte, non ultra certos limites in Zodiaco ab Eclipticâ recedit.

Telescopio etiam deteguntur Phænomena notabilia Planetarum inferiorum, quæ ab horum opacitate pendent.

Sit S. Sol; T Tellus; A, B, C, v, D, E, F, V, ^{TAB. XVI.} Planeta inferior, Venus ex. g., in Orbitâ. ^{fig. 4} Hic mutuato à Sole Lumine lucet, & hemisphærium Soli obversum tantum illuminatur; hemisphærium alterum invisibile est: Idcirco sola pars hemisphærii illuminati, quæ Telluri obvertitur, ex hac videri potest; in V Planeta videri non potest, in v rotundus appareret, nisi Radii solares impedirent quominus videatur.

Ex v progrediendo, *Planeta continuò de-* ^{1614.} *crescit*, in D habet figuram d; in e & f delineatur, ut in E & F apparet; ulteriusque decrescit, donec evanescat in V; deinde iterum *crescit successivè mutando figuram*, donec totum hemisphærium illuminatum Tellurem versùs dirigatur.

Quando Nodus datur in V, aut in viciniis, ^{1615.} *Planeta in ipso disco Solis, & quasi Soli appli-*

Gg 3

pli-

plicatus, videtur, & observatur macula nigra, quæ super Solis superficie movetur: in hoc casu, si accuratè rem exprimamus, Planetam non videmus, sed ubi Radios solares interceptiat decernimus.

1616. Quo minus à Tellure distat Planeta, eo major apparet (1254.), & magis lucidus, sed dum ad Tellurem accedit, pars lucida visibilis minuitur, ita ut ex unâ causâ crescat Lumen, ex aliâ minuatur; daturque distantia quædam media, ad quam Lux reflexa est maxima.

CAPUT V.

De Phænomenis Planetarum superiorum, ex horum & Telluris Motibus in Orbitis suis.

- I**n multis, cum explicatis circa Planetas inferiores, coincidunt superiorum Motus apparentes; in multis differunt. *Non semper bi Solem comitantur, sed sæpe in oppositione observantur; in Motu tamen, ut de inferioribus dictum, non semper in consequentiâ ferri videntur, sed sæpe stationarii, sæpe retrogradi sunt.*
1617. Sit M Planeta superior, ex. gr. Mars, in Orbitâ; A T H B C Orbita Telluris. Tempus periodicum Telluris brevius est Tempore periodico Martis (1541.); idè inter hunc & Solem in Motu suo transit Tellus, in quo casu Planeta in F, inter Stellas fixas Soli oppositus, apparet. Per M ducantur lineæ B M, A M, Orbitam Telluris tangentes, quæ continua-

TAB. XVI.
fig. 5.

tinuatæ in G & D ad Sphæram Stellarum fixarum pertingunt. Concipiamus, dum Planeta in Orbitâ transfertur, lineas has etiam moveri, ita ut puncta A & B, in quibus lineæ per Planetam transeunt, Orbitam Telluris tangunt, in Tempore periodico Planetæ revolutionem peragant. Cum autem Tellus celerius revolvatur, per puncta A & B in Motu suo transit. In hoc Motu ultra FD & FG à loco Planetæ, è Sole viso, non removetur locus apparens è Tellure. Sit in hujus Orbitâ punctum T tale, ut ductâ lineâ *tm* parallelâ lineæ TM, *Tt* sit ad *Mm*, ut Telluris celeritas ad Planetæ celeritatem; in quo casu hæ lineolæ eodem tempore percurruntur (58.); interea quiescere videtur Planeta (1587.), & stationarius dicitur. Eodem modo stationarius est, positâ Tellure in H. In Motu Telluris inter T & H, Planeta ab E per F ad I in antecedentiâ moveri videtur, & retrogradus dicitur; dum HBCAT percurrit Tellus, directus est Planeta.

Phænomena circa Latitudinem similia sunt iis, 1620. quæ explicata sunt respectu Planetarum inferiorum. (1611.)

Jupiter & Saturnus ad magnam distantiam 1621. Telluris Orbitam cingunt, quare ubique ferè tota illorum hemisphæria, quæ à Sole illuminantur, è Tellure visibilia sunt; ideo semper rotundi apparent hi Planetæ.

Quia minus distat Mars, paululum gibbosus 1622. apparet, inter conjunctionem & oppositionem cum Sole.

CAPUT VI.

*De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum
in Orbitis. Ubi de Eclipsibus So-
lis & Lunæ.*

1623. *Satellites Jovis & Saturni semper in Motu Pri-
marios suos comitantur, & nunquam ultra
certos limites, qui ex horum, à Primariis, di-
stantiis facile determinantur, ab utràque parte
recedere videntur; alternisque vicibus in antece-
dentiâ & in consequentiâ feruntur. Aliquando
omnes ad eandem partem Primarii dantur,
aliquando inter ipsos Primarius observatur;*
1624. *Jovis Satellites semper aut in eâdem lined rectâ
disponuntur, aut parum ab hac distant. Quæ
omnia ex Motu circa Primarios, in planis
exiguos inter se, & cum plano Eclipticæ,
angulos efficientibus, facile deducuntur.*
1625. *Non omnes Saturni aut Jovis Satellites sem-
per simul visibiles sunt. Quando inter Prima-
rium & Tellurem dantur ab ipso Primario di-
stingui non possunt; aliquando à Primario ob-
teguntur, sæpe in umbram Primarii immergun-
tur.*

DEFINITIO I.

1626. *Talis in umbram Immersio dicitur Satellitis
Eclipsis.*

TAB. XVII. *Sit S Sol; Tt Telluris Orbita, I Jupiter;
fig. I. Mm Orbita Secundarii Jovialis. Dum ab M
ad m movetur Secundarius, Eclipsin pati-
tur; & à Sole non illuminatus invisibilis est.*
Po-

Positâ Tellure T versûs, Immersio in umbram facîle observatur, Emergio contra solam sensibilis est, positâ Tellure in t.

Inter Saturni comites Annulum dari diximus 1627. (1556.); circa quem notandum, *Annuli latitudinem, pro Spectatore in Tellure, Saturni diametrum nunquam superare, & ipsum Annulum aliquando invisibilem esse*; quando nempe planum Annuli continuatum per Tellurem transit; Annuli enim crassities sensibilis non est. Etiam non videtur Annulus, quando hujus planum continuatum, inter Solem & Tellurem transit; tunc enim superficies Annuli illuminata à Tellure avertitur. In utroque casu Saturnus rotundus apparet, in ultimo tamen, ex Radiis ab Annulo interceptis, fascia nigra in Planetæ superficie observatur, similis illi, quæ ab umbrâ Annuli pendet.

Telluris Satellitis, Lunæ nempe, Phænomena nostri respectu notabiliora sunt, & peculiariter explicanda.

Sæpiissimè Soli conjungitur, totiesque huic op-1628. ponitur, non tamen in singulis revolutionibus Lunæ in Orbitâ; nam dum Luna post revolutionem integram 27. dier. 7. hor. iterum redit ad locum inter Stellæ fixas, in quo cum Sole fuit conjuncta, Sol ex hoc loco recessit, & ab hoc circiter distat 27. gr. (1553. 1589. 1591.); quare nisi post aliquot dies Solem non attingit, & conjunctiones vicinæ di-1629. stant viginti novem diebus cum semisse.

DEFINITIO 2.

Mensis Lunaris periodicus, est Tempus revo-1630. lutionis Lunæ in Orbitâ.

Gg 5

DE-

DEFINITIO 3.

1631. *Mensis Lunaris synodicus, seu Lunatio, est Tempus, quod Luna impendit inter conjunctiones cum Sole proximas.*

1632. *Invisibilis est Luna in conjunctione cum Sole;*
 TAB. XVII. *quia hemisphærium illuminatum à Tellure a-*
 fig. 2. *vertitur. Sit Tellus T; Luna in N inter So-*

lem & Tellurem; hemisphærium illuminatum erit mti, quod in Tellure videri non potest.

1633. *Dum Luna, in Orbitâ, à conjunctione ad oppositum, fertur, pars illuminata, quæ semper Solem versùs dirigitur, continuo magis ac magis Spectatoribus in Tellure visibilis est; & in punctis A, B, C, successivè figuras a, b,*

1634. *c, acquirit Luna. In P, in oppositione cum Sole, rotunda apparet; deinde per D, E, F, transeundo decrescit, ut in d, e, f, repræsentatur.*

DEFINITIO 4.

1635. *Conjunctio Lunæ cum Sole vocatur Novilunium.*

Post conjunctionem Luna quasi renasci videtur.

DEFINITIO 5.

1636. *Oppositio Lunæ cum Sole vocatur Plenilunium; quia Luna pleno orbe lucida apparet.*

DEFINITIO 6.

1637. *Nomine communi oppositio & conjunctio Satellitis cum Sole vocantur Syzygiæ.*

1638. *In A & F pars Lunæ obscura, Radiis à Tellure reflexis, paululum illuminatur; ideò videtur à Spectatore cui Sol visibilis non est, id est, in primò casu post occasum Solis, in secundo ante hujus ortum.*

DE-

DEFINITIO 7.

Quando Solis Lumen à Lunâ intercipitur ita 1639.
ut in totum, aut pro parte, respectu Spectatoris
cujuscunque in Tellure, Sol obtegatur, Sol di-
citur Eclipsin pati.

Propriè loquendo, hæc est Eclipsis Telluris, in cujus superficiem cadit Lunæ umbra aut penumbra.

DEFINITIO 8.

Lunæ Eclipsis est obscuratio Lunæ ex umbrâ 1640.
Telluris.

Nunquam Solis Eclipsis observatur, nisi quan- 1641.
do Novilunium celebratur.

Nunquam Luna deliquium patitur, nisi in 1642.
Plenilunio.

Non tamen in singulis Syzygiis Luminaria 1643.
deficiunt; quia Luna non in Plano Eclipticæ
movetur (1562.), in quo semper dantur Sol
& Tellus; quare, propter Latitudinem Lunæ,
hujus umbra, in Novilunio, sæpe Tellurem
non tangit, & ipsa, in Plenilunio, ad latus
umbræ Telluris transit.

Quando autem Lunæ Latitudo aut nulla
aut exigua est, id est, quando in Nodo, aut 1644.
propè hunc, versatur Luna in Syzygiis, Eclipsis
observatur; in hoc casu in Eclipticâ, aut pa-
rum ab hac distans, apparet Luna; & inde
nomen suum habet hæc Linea.

Ut quæ Lunæ Eclipsin spectant clariùs pa- TAB. XVII,
teant, sit Lunæ semita OO; planum Ecli- fig. 3.
pticæ RR; in hoc semper datur centrum
umbræ Telluris (1533. 1534.); Nodus Or-
bitæ Lunæ est N.

Si umbra Telluris sit in A, non obscura-
tur Luna, quæ in F transit. Si

1645. Si minus à Nodo distet Luna in Plenilunio, ut in G, umbra Telluris datur in B, & Luna pro parte obscuratur; hæc Eclipsis dicitur *Partialis*.

1646. Si, positâ umbrâ in D, Plenilunium celebretur, in totum tenebris obtegatur Luna in I; in L in umbram cadit, in H ex hac exit; & Eclipsis dicitur *Totalis*.

1647. Centralis vocatur Eclipsis, quando centrum Lunæ transfit per centrum umbræ, quod in ipso Nodo N tantum obtinet.

De Telluris umbrâ huc usque locuti sumus; quia, quando de Tellure loquimur, cum hac conjunctam etiam intelligimus Atmosphæram, de quâ alibi egimus (783.),

1648. de Atmosphærâ umbrâ propriè agitur in Eclipsibus Lunaribus; ipsius enim Telluris umbra ad Lunam non pertingit.

TAB. XVIII. Sit T Tellus, Atmosphærâ FDGGDF circumdata. Radii solares BD, BD, Atmosphæram tangentes, rectâ progrediuntur, & Atmosphæræ umbram terminant, extra quam si Luna detur, immediatè à Radiis solaribus illuminatur, non verò eodem modo, inter BD & BD, illustratur.

1649. Radii, qui obliquè Atmosphæram intrant, refractionem patiuntur (1071.); & dum ad Tellurem accedunt, continuò in medium densius atque densius penetrant (799.); ideòque omnibus momentis inflectuntur (1080.) & per curvas moventur. Sic Radii EF, EF, in curvis FG, FG Tellurem tangentibus, Atmosphæram penetrant. Omne Lumen inter EF, EF, à Tellure intercipitur, &

Ra-

Radii GA, GA terminant Telluris umbram.

Lumen autem inter EF & BD, ab Atmosphærâ refractum, dispergitur inter GA & BD continuatas; & ultra A, mucronem umbræ Telluris, Lumina, ab omnibus partibus accedentia, confunduntur, sed recedendo à Tellure continuò debiliora sunt: ita ut *umbra Atmosphæræ* non sit umbra perfecta, sed *Lumen debile*, quo Luna in Eclipsi visibilis est. 1650.

Atmosphæræ umbra est conica; quia Solis 1651. diameter Atmosphæræ diametrum, quæ vix à Telluris diametro differt, superat; & conus hicce *ad Martem non pertingit*, ut ex Observationibus immediatis constat, & facile quoque ex eò deducitur, quod umbræ diameter, in loco, ubi ab Orbitâ Lunæ secatur, à Telluris diametro vix quartâ parte superetur.

Simili ratiocinio illi, quo probavimus Lunam in Atmosphæræ umbram cadere, quando in Plenilunio Luna in Nodo, aut propè hunc datur, probatur Lunæ umbram in Tellurem cadere *in Novilunio, quando aut in Nodo aut* 1652. *prope Nodum Luna versatur*, ideòque in hoc casu *Solem Eclipsin pati*; circa quam varia sunt notanda.

Sit Sol S; Luna L; cadat hujus umbra in TAB. XVII. planum quodcunque in GH. Umbra hæc fig. 4. penumbrâ circumdatur; nam ultra M & E planum hoc ab integro Solis hemisphærio illuminatur; ab M accedendo ad H, & ab E ad G, Lumen continuò minuitur, & in

vi-

viciniis G & H, Radii, ab exigua tantum parte superficiei Solis, ad planum perveniunt.

DEFINITIO 9.

1653. *Lux hæc imminuta, quæ, ab omni parte, umbra GH circumdatur, vocatur Penumbra.*
1654. *Simili penumbra Telluris umbra, in Eclipsi Lunari, circumdatur, sed hæc tantum in viciniis umbræ sensibilis est, & ideo exiguam*
1655. *habet latitudinem; integra autem potest observari à Spectatore, posito in plano, in quod umbra cadit, qui casus in Eclipsi Solari existat. Spectator in I aut F semidiametrum Solis tantum videre potest, reliquum diametri à Lunâ tegitur; & ab L progrediendo H versus, Sol à Lunâ continuo magis ac magis obtegatur, donec in ipsâ umbrâ planè invisibilis sit.*
1656. *Ex hisce sequitur Solarem dari Eclipsin, licet Lunæ umbra Tellurem non tangat, si modò penumbra ad bujus superficiem perveniat. Et-*
1657. *iam non in omnibus locis, in quibus Sol visi-*
1658. *bilis est, Eclipsin observari; & in locis, in quibus observatur, diversam esse, prout umbra, aut pars varia penumbræ, per locum transit.*
1659. *Lunæ Eclipsis verò ubique eadem est, ubi Luna, durante Eclipsi, visibilis est.*
1660. *Quando umbra ipsa Lunæ in Tellurem cadit, Totalis dicitur Solis Eclipsis; si penumbra tantum pertingat ad Tellurem, Partialis dicitur, illudque in genere considerando Eclipsin.*
1661. *Quantum autem ad loca peculiararia, Totalis*

lis dicitur, in illis locis in quibus umbra transit; Centralis in illis, in quibus centrum umbræ transit, id est, in quibus centrum Lunæ obtegit Solis centrum; tandem Partialis dicitur, ubi penumbra tantum transit. Vide Fig. 6. TAB. XVI.

Quo umbra GH latior est, eo in pluribus locis Eclipsis totalis est, & diutius Sol in totum obscuratur. Diversa verò est hæc umbræ latitudo, pro variâ Lunæ à Tellure, & hujus à Sole, distantia. 1662. TAB. XVII. fig. 4.

Si Solis Eclipsis detur, posita Tellure in Perihelio, & Lunâ in Apogeo, id est, ad distantiam à Tellure maximam, umbra Lunæ ad Tellurem non pertingit, & Luna integrum Solem non obtegit; Annularis talis dicitur Eclipsis; qualem in Fig. 7. TAB. XVI. exhibemus. 1663.

CAPUT VII.

De Phænomenis ex Motu Solis; Planetarum, & Lunæ, circa Axes.

Solis Motus circa axem, sensibilis est ex maculis, quæ in Solis superficie sæpissime observantur; hæ singulis diebus situm suum & figuram mutare, & nunc celerius nunc tardius ferri, videntur; quæ omnia ex Motu superficiei sphericæ facile deducuntur, & Sol, qui, si tali Motu non ageretur, semel tantum in integro anno totam superficiem Telluri successivè obverteret, nunc illam in-

tegram, in minori quàm unius mensis spatio, Terricolis videndam præbet.

1665. Similia sunt Phænomena ex rotatione Jovis, Martis, & Veneris, circa axes, qui Motus, ex maculis in Planetarum superficiebus, sensibiles sunt.

Dum Tellus circa axem rotatur, Spectator, qui transfertur, se quiescere, omnia verò Corpora cœlestia moveri, imaginatur.

DEFINITIO 1.

1666. Puncta, in Sphærâ Stellarum fixarum, in quibus axis Telluris, ab utrâque parte continuatus, pertingit, vocantur Poli Mundi.

DEFINITIO 2.

1667. Motus apparens, ex Motu Telluris circa axem, vocatur Motus diurnus.

DEFINITIO 3.

1668. Concipitur planum per centrum Telluris transiens, ad hujus axem perpendiculare, quaquaversum continuatum, & circulus, in quo Sphæram Stellarum fixarum secatur, vocatur Æquator cœlestis.

1669. In Motu Telluris circa Solem movetur Æquator, sed cum planum hujus circuli Motu parallelo feratur (1545.), Æquator cœlestis non mutatur (1587.).

DEFINITIO 4.

1670. Circuli, quorum plana per axem Telluris transeunt, vocantur Meridiani.

1671. Omnes per Polos Mundi transeunt, & ad Æquatorem perpendiculares sunt.

DEFINITIO 5.

1672. Arcus Meridiani cujuscunque, inter Æquatorem & Sidus interceptus, vocatur Declinatio Sit,

XVII.

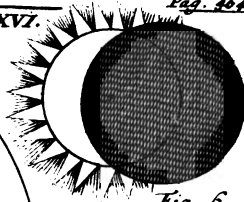


Fig. 6.

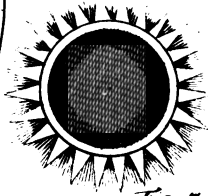


Fig. 7.

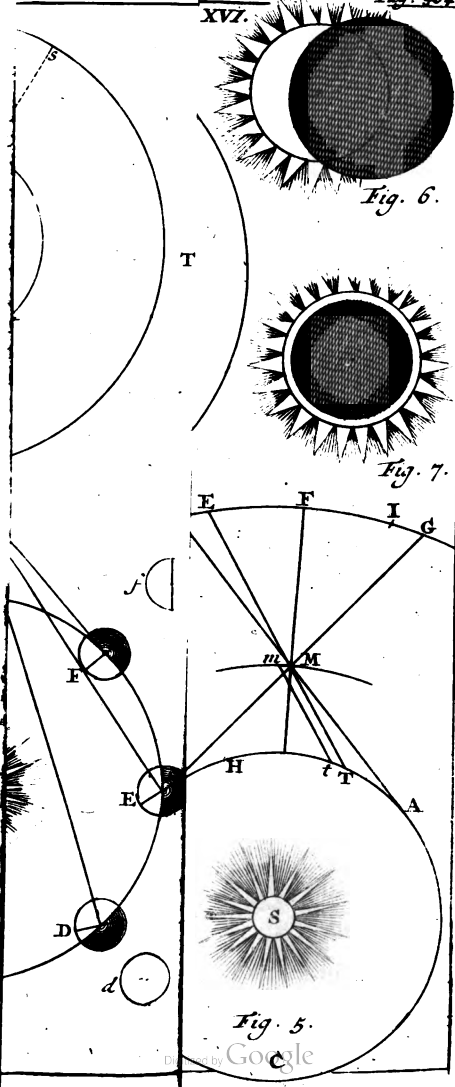


Fig. 5.

Si
sing
ae
a l
or
per
atu
luti
fun
qu
pu
ay
n
h
ef
jo
qu
St
nu
Ta
di
ce
ar
&
n
f
C
r

Sit, in Tellure T, Spectator, qui visum ^{TAB. XVII.}
 dirigit per TA; post aliquod tempus, ubi ^{fig. 5.}
 linea TA, ex Motu Telluris, translata erit
 in Ta, si per eandem lineam visum Specta-
 tor dirigit, Corpus A translatum apparebit
 per arcum aA; ubi verò linea ad pristinum
 situm TA redierit, Corpus integram revo-
 lutionem peregrisse videbitur. Si autem vi-
 sum per Telluris axem dirigit Spectator,
 quia dum Tellus rotatur quiescit axis, Cor-
 pus, quod in hoc videtur, non translatum
 apparebit; idè *in Polis Mundi Motus diurnus* 1673.
non observatur (1667.). Corpora autem in
 horum viciniis, circa Polos rotari clarum
 est; & Corpus Motu diurno circulum eo ma-
 jorem describere, circa Polum immobilem,
 quo magis ab hoc distat. Idè tota *Sphæra* 1674.
Stellarum fixarum, circa axem Telluris conti-
nuatum, rotari videtur, in eo tempore, in quo
Tellus revera circa axem rotatur. Motus ergo
 diurnus communis est omnibus Corporibus
 cœlestibus, nisi quatenus turbatur Motibus
 antea memoratis.

Æquator ab utroque Polo æqualiter distat,
 & dividit Cælum in duo hemisphæria, quo-
 rum puncta media sunt Poli Mundi, qui ergo à
 singulis punctis Æquatoris æqualiter distant;
 Corpora idcirco cœlestia, quæ sunt in Æquato- 1675.
re, Motu diurno ipsum Æquatorem describere vi-
dentur, circulum omnium maximum, qui
Motu diurno describi potest; reliqua Corpora 1676.
circulos Æquatori parallelos describunt.

Axis Telluris ad planum Eclipticæ inclina-
 tur, & efficit angulum 66. gr. 31'. (1553.);
 Tom. II. Hh di-

1677. *distant idèò Poli Mundi, à Polis Eclipticæ, gradibus 23. 29'; & angulum 23. gr. 29'. cum plano Eclipticæ efficit planum Æquatoris. Planum utrumque per Telluris centrum transit, cùm autem hoc pro centro Sphæræ Stellarum fixarum haberi possit (1581. 1583.), sequitur Æquatorem & lineam Eclipticam esse circulos majores, qui ad se mutuò inclinantur, & sese mutuò secant, in duobus punctis oppositis, principio Arietis & principio Libræ; quæ puncta in viâ Solis hisce intersectionibus determinantur (1592.).*
1679. *Quando Sol est in illis punctis, Motu diurno*
1680. *Æquatorem describere videtur (1675.). Dum Motu suo apparenti in Eclipticâ transfertur, continuò magis ac magis ab Æquatore recedit, augeturque hujus declinatio, & circulos de die in diem minores describit (1676.); donec ad distantiam maximam ab Æquatore pervenerit, quæ est 23. gr. 29'. (1677.): deinde iterum ad Æquatorem accedit, hunc prætergreditur, etiam 23. gr. 29'. ad Polum oppositum accedens.*

DEFINITIO 6.

1682. *Circuli à Sole Motu diurno descripti, ab Æquatore maximè distantes, id est 23. gr. 29'. vocantur Tropici.*

Unus tangit Lineam Eclipticam in primo gradu Cancrì, & dicitur Tropicus Cancrì; al-
tèr, Tropicus Capricorni nominatus, per
primum punctum Signi Capricorni transit,
ibique Eclipticam lineam tangit.

DEFINITIO 7.

1683. *Polus Mundi Tropico Cancrì vicinus, vo-*
ca-

catur Polus Arcticus, & Septentrionalis; oppositus Antarcticus nuncupatur, etiam Australis.

DEFINITIO 8.

Circuli, à Polis Eclipticæ Motu diurno de- 1684.
scripti, id est, à Polis Mundi 23. gr. 29'. di-
stantes, nominantur Circuli Polares.

Circulus Polaris Arcticus dicitur, qui Polum Arcticum circumdat; à Polo Antartico alter nomen suum mutuatur.

Supereft *Lunæ Motus circa axem*, cujus ef- 1685.
fectus est, quod eadem Lunæ facies in perpetuum Telluri obvertatur.

Sit Luna in N, facies Telluri obversa est TAB. XVII.
mni; si Luna circa axem non rotaretur, & fig. 2.
singula puncta per lineas parallelas translata forent, linea *mi* coincideret cum lineâ *ln* in situ Lunæ in B, & hemisphærium memoratum *mni* daretur in *lmn*; sed quia, dum Luna quartam partem Orbitæ describit, etiam quartam partem revolutionis circa axem peragit, facies quæ daretur in *lmn*, nunc datur in *mni*, id est iterum Telluri obversa. Eodem modo probatur, hanc eandem faciem *mni*, in situ Lunæ in P, Spectatori in Tellure esse conspicuam, & in E etiam Telluri obverti: ut & in omnibus aliis punctis Orbitæ Lunæ. Continuo illa pars faciei Lunæ, quæ hujus Motu in Orbitâ à Tellure avertitur, Motu illius circa axem huic obvertitur.

Chm verò Motus circa axem sit æquabilis, 1686.
& in Orbitâ celeritate inæquali Luna feratur
(1559. 1560.); contingit, versante Lunâ in

Hh 2

Pe-

Perigeo, id est, ad distantiam minimam à Tellure ubi celerrimè in Orbitâ movetur (1559.), partem superficiei, quæ, ex Motu in Orbitâ à Tellure avertitur, non totam ex Motu circa axem huic obverti, ideò pars superficiei Lunæ, antea non visâ, ad latus detegitur; quæ, ubi Luna pervenit ad Apogæum, iterum invisibilis est.

1687. Hac de causâ *Luna Motu quodam libratorio agitata videtur.*

Alius etiam in Lunâ observatur Motus libratorius.

1688. *Axis Lunæ ad planum Orbitæ non est perpendicularis, sed paululum ad hoc inclinatur:* axis in Motu suo circa Tellurem parallelismum servat, ut de Planetis primariis dictum (1545.); idcirco situm suum mutat respectu Spectatoris in Tellure, cui nunc unus, deinde alter Lunæ Polus visibilis est.

C A P U T VIII.

*De Phænomenis Telluris Superficiem,
& peculiares hujus Partes,
spectantibus.*

Phænomena cœlestia, huc usque examinata, explicavimus, Spectatorem considerando agitatum Motibus, quibus Tellus reverâ agitur. Illum nunc superficiei Telluris impositum, & per varias hujus partes translatum, consideramus.

Phænomenon primum hic notandum, est
ex

*ex interpositâ Tellure, dimidium Cœlorum visum 1689.
fugere Spectatoris, positi in illius superficie.*

D E F I N I T I O I.

*Circulus in Cœlis, qui separat partem visibi- 1690.
lem ab invisibili, quando Radii, inæqualitati-
bus in Telluris superficie, non intercipiun-
tur, vocatur Horizon.*

Cùm altitudo, ad quam Spectator supra Telluris superficiem possit attolli, admodum exigua sit, relata ad Telluris semidiametrum, Oculus Spectatoris potest haberi pro posito in ipsâ superficie.

Sit Tellus T; Spectator in S; P *EpETA*.XVII. Sphæra Stellarum fixarum; si per S concipia-^{fig. 6.} tur planum HH Tellurem tangens, erit hoc Horizontis planum, cujus sectio cum Sphærâ Stellarum fixarum est Horizon. Per centrum Telluris concipitur planum *bb*, ad HH parallelum; distantia *bH* insensibilis est, propter immensam Stellarum fixarum distantiam; potest ideò hujus plani sectio cum Sphærâ memoratâ pro Horizonte HH usurpari (1587.).

D E F I N I T I O 2.

*Adscensus Siderum supra Horizontem, vocatur 1691.
borum Ortus.*

D E F I N I T I O 3.

*Descensus infra Horizontem dicitur Siderum 1692.
Occasus.*

D E F I N I T I O 4.

*Si per centrum Telluris & Spectatorem conci- 1693.
piamus lineam, quæ necessariò Horizonti per-
pendicularis est, inter Stellâ fixâ pertinget in
puncto Z, quod vocatur Zenit.*

Hh 3

DE-

DEFINITIO 5.

1694. *Punctum, huic oppositum, N vocatur Nadir.*

DEFINITIO 6.

1695. *Sectio plani Meridiani, per Spectatorem trans-euntis, cum Horizonte, vocatur Linea Meridiana.*

A Septentrione ad Austrum dirigitur.

DEFINITIO 7.

1696. *Pars Cælorum Orientalis dicitur illa, ad quam Corpora cælestia supra Horizontem adscendere videmus.*

1697. *Opposita Cæli pars, in qua infra Horizontem eadem Corpora descendunt dicitur Occidentalis.*

1698. *Hæ duæ partes lineâ Meridianâ separantur, quam ad utramque partem, ad Cælum usque, in plano Horizontis continuatam concipimus.*

1699. *Punctum Orientis illud est, in quo perpendicularis ad lineam Meridianam, partem orientalem versis, per Spectatorem ducta, Sphæram Stellarum fixarum secatur.*

DEFINITIO 8.

1700. *Punctum huic oppositum vocatur punctum Occidentis.*

DEFINITIO 9.

1701. *Amplitudo est arcus Horizontis, inter punctum Orientis, aut Occidentis, & punctum, in quo Sidus oritur aut occidit, interceptus. Prima dicitur ortiva, altera occidua: utraque est aut septentrionalis aut meridionalis.*

DEFINITIO 10.

1702. *Altitudo Sideris supra Horizontem, vocatur ar-*

*arcus circuli perpendicularis ad Horizontem, in
cujus centro est Spectator, Horizonte & Sidere
terminatus.*

Quando agitur de Corporibus remotis, al- 1703.
titudo sensibilibiter non differt, sive Spectator
detur in superficie Telluris, sive in hujus
centro, Corpora minus distantia altiora ap-
parent posito Spectatore in centro.

D E F I N I T I O I I.

*Differentia Altitudinis Sideris, pro diverso situ 1704.
Spectatoris, in centro, aut in superficie Telluris,
vocatur Sideris Parallaxis.*

*Solius Lunæ Parallaxis Observationibus deter- 1705.
minatur: reliquorum Corporum Systematis
planetarii distantiae nimiae sunt, ut cum se-
midiametro Telluris conferantur; & Paralla-
xis pendet à ratione, quam semidiameter
Telluris ad distantiam Planetæ habet; idcir-
cò ipsius Martis, in oppositione cum Sole, Pa- 1706.
rallaxis Observationes subtilissimas effugit.*

Ubi Parallaxis datur, adscensu Corporis su- 1707.
pra Horizontem minuitur, & in Zenit nul-
la est.

Altitudo apparens Siderum, mutatur etiam
ex aliâ causâ, quæ respectu omnium Corpo-
rum cœlestium indiscriminatim locum habet.
*Ex Atmosphæræ refractione Radii inflectuntur 1708.
(1649.), & Sidera altiora apparent (1080.);
quo tamen altiora sunt, eo minor est hæc in- 1709.
flexio (1090.); quia Radii minus oblique in
Atmosphæræ superficiem incidunt. In Ze- 1710.
nit refraçtio nulla est (1085.); etiam ad distan-
tiam viginti, aut triginta, graduum à Zenit
sensibilis non est.*

Hh 4

Cum

1711. *Cum ex hac refractione Sidera attollantur, visibilia sunt antequam ad Horizontem perveniant.*

TAB. XVII. *Hæc omnia generaliter Telluris superficiem spectant, hujus variæ partes nunc sunt examinandæ: determinantur hæ, referendo ad Tellurem varios circulos, quos*

1712. *in Cœlis antea consideravimus. Ad Tellurem referuntur Æquator, Meridiani, Tropici, circuli Polares; quibus circulis Telluris superficies dividitur, ut, circulis in Cœlis, Sphæra Stellarum fixarum: Quare circuli hi ita sibi mutuò respondent, ut ductâ lineâ ex centro Telluris ad circulum in Cœlis, hæc per circulum respondentem in Tellure transeat. Si Poli fuerint P, p; Æquator erit Ee; Tropici TT, tt; Circuli polares AA, aa.*

DEFINITIO 12.

1713. *Meridianus Loci dicitur ille, qui per Locum ipsum transit.*
 1714. *Hujus planum ad Horizontem est perpendiculare; quia per centrum Telluris & Spectatorem transit.*
 1715. *Linea Meridiana in Loco quocunque ducta, est pars Meridiani Loci (1695.).*

DEFINITIO 13.

1716. *Latitudo Loci est bujus distantia ab Æquatore, id est, arcus Meridiani interceptus inter Locum & Æquatorem.*

DEFINITIO 14.

1717. *Circuli paralleli ad Æquatorem, vocantur Circuli Latitudinis; ut Bb.*
 1718. *Determinatâ Latitudine Loci, determinatur*

tur circulus Latitudinis, qui per Locum transit; ut autem situs variorum Locorum inter se conferantur, in singulis circulis Loca notanda sunt, quod sit concipiendo Meridianum, per Locum quemcunque notabilem transeuntem, qui, sectione sua, in singulis circulis Latitudinis, punctum determinat, à quo distantiae Locorum mensurantur.

DEFINITIO 15.

Meridianus memoratus, ad arbitrium sumtus, 1719. vocatur Primus Meridianus.

DEFINITIO 16.

Distantia Loci à primo Meridiano, in circulo 1720. Latitudinis Loci mensurata, vocatur Loci Longitudo.

Astronomi omnia referunt ad Meridianum 1721. Loci, in quo Observationes suas instituunt.

In explicandis Phænomenis, quæ varias Telluris superficiei partes spectant, considerabimus Spectatorem à Polo Æquatorem versùs incedentem; solumque Motum diurnum primò considerabimus.

Quando Spectator in ipso Polo Telluris T dat- 1722. TAB. XVII. fig. 7. tur in S, cum Horizonte coincidit Æquator cœlestis Ee, & Polus Mundi P est in Zenit; in hoc casu, quia circuli ad Horizontem paralleli, etiam ad Æquatorem paralleli sunt, omnia Corpora cœlestia Motu parallelo ad Horizontem moveri videntur (1676.), in circulis, qui repræsentantur per lineas Aa, Bb: Corpora cœlestia in hemisphærio EPe nunquam occidunt; reliqua nunquam videntur. 1723.

Horizon in hoc situ dicitur parallelus, aut Sphæra parallela.

Hh 5

Si

1724. *Si Spectator in Tellure T à Polo recedat, & TAB. XVII. detur in S, Horizon dicitur obliquus, aut Sphe-*
 fig. 6. *ra obliqua; axis Pp tunc inclinatur ad Ho-*
izontem bb, eo magis, quo Spectator ma-
gis à Polo removetur.

DEFINITIO 17.

1725. *Angulus, quem axis Telluris cum Horizonte efficit, vocatur Altitudo Poli. (1702.)*

1726. *Hæc Poli Altitudo æqualis est Latitudini. Altitudo Poli est angulus PTb, cujus mensura est arcus Pb; Latitudo mensuratur arcu, qui in Tellure respondet arcui ZE in Cœlis (1716.): Hic autem æqualis est arcui Pb; utriusque enim complementum, ad quadrantem circuli, est arcus ZP.*

1727. *In hoc situ Spectatoris, quia Æquator ad Horizontem inclinatur, omnia Corpora cœlestia in circulis, ad Horizontem inclinatis, lineis Aa, Bb, repræsentatis, Motu diurno feruntur. (1676.)*

1728. *Quædam Corpora cœlestia in singulis Telluris revolutionibus oriuntur & occidunt, illa nempe, quæ dantur inter parallelos ad Æquatorem Bb & bi; quia omnes paralleli, inter hos, Horizonte secantur.*

Plana Æquatoris & Horizontis per Telluris centrum transeunt; hi circuli idèd sese mutuo secant in duas partes æquales, & dimidium Æquatoris supra Horizontem datur; Id-
 1729. *circo Corpora cœlestia, quæ in Æquatore sunt, per semirevolutionem Telluris circa axem (1675.), supra Horizontem versantur; & propter æquabilitatem Motus circa axem, per æquale tempus invisibilia sunt.*

Hæc

*Hæc etiam in puncto Orientis oriuntur, & 1730.
in puncto Occidentis infra Horizontem cadunt;
nam sectio planorum Æquatoris, & Horizon-
tis, perpendicularis est ad planum perpendi-
culare ad ambo illa plana; hoc autem planum
est planum Meridiani Loci (1670. 1714.), qua-
re sectio memorata ad lineam Meridianam,
normalis est (1715.); ideoque per puncta O-
rientis & Occidentis transit. (1699. 1700.)*

*Corpora inter Æquatorem & parallelum B b, 1731.
qui Horizontem tangit, ut in circulo A a, diu-
tius supra Horizontem, quàm infra Horizontem
versantur; & differentia hæc est eo major, quo
magis circulus, ut A a, ad Polum, qui supra
Horizontem datur, accedit; Contra, ex accessu 1732.
Corporis ad Polum oppositum, minuitur mora
supra Horizontem.*

*Inæqualitas hæc inter moram Corporis supra 1733.
Horizontem & moram infra Horizontem, au-
getur, cum auctâ Altitudine Poli, propter di-
minutionem anguli ab Æquatore & ejus pa-
rallelis cum Horizonte effecti.*

*Corpora, quorum distantia à Polo æqualis est 1734.
bujus Altitudini, nunquam occidunt, talis enim
est distantia circuli B b, qui Horizontem tan-
git, & cujus pars nulla infra Horizontem per-
venit. Corpora, à Polo minus distantia, ne-
quidem ad Horizontem pertingunt.*

*Simili ratiocinio patet, Corpora, quorum 1735.
distantia à Polo opposito, non superat Altitudi-
nem Poli, nunquam supra Horizontem adscen-
dere, & semper invisibilia esse.*

*Per Zenit Z transeunt Corpora, quorum di- 1736.
stantia E Z, ab Æquatore, æqualis est Altitu-
dini*

*dini Poli; æqualis enim E Z est Latitudini Loc-
ci, cui æqualis Poli Altitudo. (1726.)*

TAB. XVII. 1737. *Quando Spectator S à Polo quantum potest
fig. 3. recessit, ad Æquatorem pervenit, cujus pun-
cta æqualiter ab utroque Polo distant (1668.
1712.): Tunc axis Pp in Horizonte datur,
cum quo Æquator angulum rectum efficit
(1668. 1712.) quare Horizon dicitur rectus,
aut Sphæra recta.*

Horizon in duas partes æquales secat omnes
circulos parallelos ad Æquatorem, qui per
1738. lineas Aa Bb repræsentantur; idè omnia
Corpora cælestia, singulis Telluris revolutioni-
bus, oriuntur, & occidunt, & per tempora æ-
qualia visibilia sunt & latent.

1739. Ipse Æquator per Zenit transit; idèque o-
mnia Corpora quæ in hoc dantur, singulis die-
bus ad Zenit accedunt.

Si, quæ de Motu diurno explicavimus, ad
Corpora applicentur, de quorum aliis Moti-
bus apparentibus antea actum, facile determi-
nantur Phænomena ex Motibus conjunctis.

Quæ Solem spectant cæteris notabilia
sunt, & idè peculiariter explicanda.

DEFINITIO 18.

1740. *Dies Naturalis vocatur Tempus lapsum inter
recessum Solis à Meridiano loci, & accessum se-
quentem ad eundem Meridianum.*

1741. *Dies hic differt à tempore revolutionis Tel-
luris circa axem; quæ tempora æqualia forent,
si immobilis inter Stellæ fixas appareret Sol;
sed dum Motu diurno, in tempore unius re-
volutionis Telluris circa axem, Sol circum-
fertur ab Oriente in Occidentem, id est, in
an-*

antecedentiâ (1674.), Môtû contrario in Eclipticâ movetur (1589.), & hac de causâ tardius ad Meridianum pertingit.

Cùm autem non singulis diebus Sol spatium æquale percurrat in Eclipticâ (1590.), non æqualiter singuli *Dies Naturales* excedunt revolutionem Telluris circa axem; ideòque *Dies hi sunt inæquales inter se.* 1742.

Etiam aliâ ex causâ *Dies naturales inæquales* sunt, nempe ex inclinatione Eclipticæ respectu Æquatoris, unde sequitur inæqualiter, in variis punctis, ad Æquatorem viam Solis annuam inclinari; & licet æqualiter in Eclipticâ singulis Diebus progredieretur Sol, non æqualiter *Dies naturales* tempus revolutionis Telluris circa axem excederent; nam resoluta Motu Solis in duos Motus (458.), quorum unus parallelus sit Æquatori, alter huic perpendicularis, ille solus considerandus erit in determinando excessu memorato, & inæqualem esse ex diversâ inclinatione indicatâ, ut & ex diversâ distantia Solis à Polo, clarum est.

Hæ causæ inæqualitatis sæpe concurrunt, sæpe contrariè agunt.

Dies singuli naturales dividuntur in viginti quatuor partes æquales, quæ Horæ dicuntur. Singulæ Horæ dividuntur in Minuta sexaginta, & singula Minuta in Minuta secunda sexaginta, & sic ulterius. 1744.

Partes has Temporis in variis Diebus, varie, ex dictis (1742.), clarè patet; ad æqualitatem ab Astronomis reducuntur, considerando numerum Horarum in unâ aut pluribus Solis revolutionibus in Eclipticâ, & totum Tem-

478 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

Tempus in tot partes æquales dividendo, quot dantur Horæ; quarum viginti quatuor pro uno Die habentur

DEFINITIONES. 19. & 20.

1746. *Tempus, cujus partes hac methodo ad æqualitatem reducuntur, vocatur Tempus medium; & ipsa reductio vocatur Temporis Æquatio.*
 1747. *De Diebus & Horis Temporis medii semper agitur in determinandis periodis Motuum cælestium.*

DEFINITIO. 21.

1748. *Dies Artificialis est mora Solis supra Horizontem.*

De hoc semper agitur, quando de Die lo-

1749. *quimur, hunc opponendo Nocti. In determinandâ Dierum artificialium longitudine ad Temporis æquationem non attendimus.*

1750. *Ortum Solis semper præcedit, & occasum insequitur, Crepusculum; hoc nomine designamus Lucem illam dubiam, quæ vulgò Aurora & Vesper vocatur.*

1751. *Crepusculorum causa est Atmosphæra, quæ Radiis solaribus illustratur, & cujus particule Lumen quaquaversum reflectunt; unde Radii quidam ad nos perveniunt, licet Sol octodecim gradibus infra Horizontem deprimatur.*

1752. *In Sphærà rectâ, id est, pro omnibus, qui sub Æquatore vivunt (1737.), Dies & Noctes per totum annum sunt æquales inter se (1738.), nempe duodecim horarum. (1744.)*

1753. *In Sphærà obliquâ Dies majores aut minores sunt, pro variâ distantia Solis ab Æquatore, unum aut alterum Polum versùs (1731. 1732.); quos versùs ab Æquatore recedit 23. gr. 29'. (1680. 1681.)* In

In ipso Æquatore datur circiter 21. Martii, 1754. & 23. Septembris, & Dies Nocti æquatur (1729.), quod ubique Terrarum obtinet, solis Polis exceptis.

DEFINITIO 22.

Puncta Eclipticæ, in quibus ab Æquatore 1755. secatur (1678.) vocantur Æquinoctialia. Quia in his punctis versatur Sol ubi datur æqualitas memorata Dierum & Noctium.

DEFINITIO 23.

Puncta Eclipticæ, in quibus Tropici circulum 1756. hunc tangunt (1682.), dicuntur Solstitialia. Quia per aliquot Dies, quando adhuc accedit Sol, & ultra transit, sensibilibus declinationem non mutat, & sensibilibus Dierum longitudo non variat.

Sub Polis, si dentur incolæ, semel in anno 1757. Solem orientem & occidentem observant, & Dies unicus cum unica Nocte integrum annum absolvunt. Supra Horizontem versatur Sol, dum dimidiam Eclipticæ partem percurrit (1678. 1722.), per reliquum Tempus sub Horizonte latet, Dies tamen protrahitur ex re- 1758. fractione (1711.), & Crepuscula sunt admodum diuturna, durant enim quamdiu declinatio Solis Polum latentem versus non superat 18. gr. (1711.)

Respectu Poli Arctici in sex Signis primis, 1759. ab Ariete ad Libram, Sol supra Horizontem versatur; ideo in hoc Polo Dies Noctem superat novem Diebus naturalibus (1593.), præter diminutionem Noctis ex refractione. (1758.)

Hiscæ generalibus, quæ spectant diversos Horizontis situs, expōitis, quædam magis
pe-

peculiariora sunt examinanda.

1760. *Dividitur tota Telluris superficies in quinque Zonas.*

1761. *Prima inter duos Tropicos TT, t t, continetur, vocatur Zona Torrida; duæ dantur*
 TAB. XVII. *Temperatæ, & duæ Frigidæ.*
 fig. 9.

1762. *Temperata Septentrionalis, Tropico Cancrī TT, & Circulo Polari Arctico AA, terminatur: Zona Temperata Australis inter Tropicum t t, & Circulum Polarem aa, continetur.*

1763. *Frigidæ Zonæ circulis polaribus circumscribuntur, & Poli barum centra occupant.*

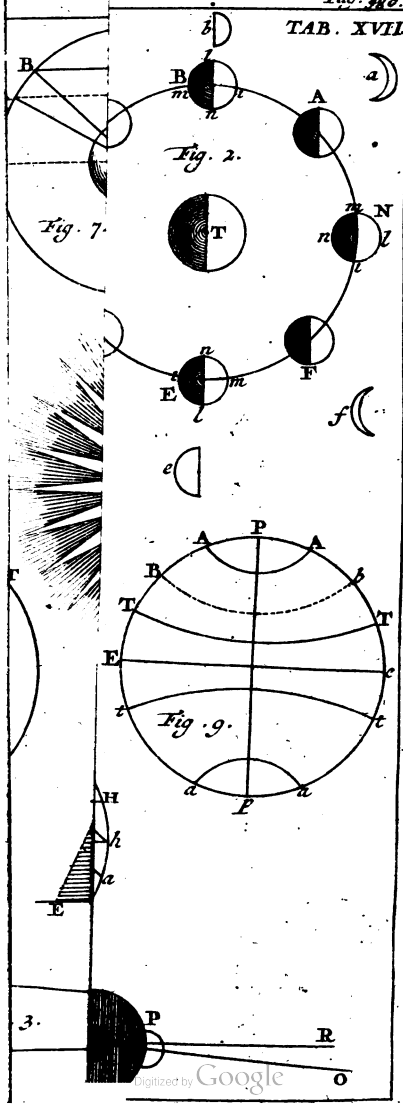
1764. *In Zonâ Torridâ Altitudo Poli minor est 23. gr. 29'. (1761. 1726.), & distantia Solis ab Æquatore, Polum versùs qui supra Horizontem datur, bis in anno æquatur Altitudini Poli (1680. 1681.), idè bis in anno, in meridie, per Zenit transit Sol (1736.). Ex quâ eadem ratione in ipsis Zonæ hujus limitibus,*
 1765. *sub Tropiciis nempe, semel tantùm ad Zenit accedit Sol in integro anno. (1680. 1681. 1682.)*

1766. *In Zonis Temperatis & Frigidis Altitudo Poli minima excedit maximam distantiam Solis ab Æquatore (1680. 1762. 1763.); idè nunquam in hisce per Zenit transit Sol (1736.).*

1767. *Ad majorem tamen Altitudinem eodem die adscendit Sol, quo minor est Altitudo Poli; quia eo minor etiam est inclinatio circulorum Motûs diurni ad Horizontem.*

1768. *In Zonâ Torridâ, & Zonis Temperatis, singulis Diebus naturalibus oritur & occidit Sol (1728 1734.); nam distantia Solis à Polo semper superat Poli Altitudinem (1680. 1761. 1762.).*

TAB. XVII



1762.). *Inæquales tamen ubique, solo Æqua-* 1769.
tore excepto (1752.), *sunt Dies artificiales in-*
ter se (1731.), quæ inæqualitas eo major
est, quo minus à Zonâ Frigidâ Locus distat.
(1733.)

In circulis autem polaribus, in quibus Zo- 1770.
næ Temperatæ à Frigidis separantur, Altitu-
do Poli æqualis est distantiae Solis à Polo,
quando datur in Tropico vicino (1682. 1684.);
ideòque in hoc casu, id est, *semel in anno,*
integram Sol, in Motu diurno, peragit revolu-
tionem, in quâ infra Horizontem non descendit.
(1734.)

Ubique autem in Zonâ Frigidâ Altitudo Po- 1771.
li superat distantiam minimam Solis à Polo
(1682. 1763.); idcirco, per aliquot revolutio-
nes Telluris, datur Sol ad distantiam à Polo
illâ Altitudine Poli minorem, & per totum
hocce tempus non occidit, ne quidem ad Ho-
izontem pertingit (1734.). Ubi autem di-
stantia à Polo, in recessu Solis ab hoc, Alti-
tudinem Poli, aut Loci Latitudinem (1726.),
superat, singulis Diebus naturalibus oritur &
occidit Sol (1728.); deinde *infra Horizontem,* 1772.
Motu Polum oppositum versùs, eodem modo
moratur, ac de Motu supra Horizontem dictum.
(1735.)

Tempora hæc, in quibus Sol integras re-
volutiones supra Horizontem & infra Hori-
zontem in Motu diurno peragit, eo majora
sunt, id est, *Dies & Nox longissimæ, eo diu-* 1773.
tius durant, quo Locus in Zonâ Frigidâ minùs à
Polo distat, donec tandem in ipso Polo inte-
grum annum absorbeant. (1757.)

1774. *Ex eâdem causâ, obliquitate nempe Eclipticæ respectu Æquatoris, ex qua profluunt, quæ Dierum inæqualitatem, in variis Locis diversam, spectant, deducimus etiam diversitatem Tempestatum, quæ singulis annis sibi mutuo succedunt; de his respectu Zonarum Frigidarum & Temperatarum primò, deinde respectu Zonæ Torridæ, agam.*

1775. *Radii solares calorem aëri communicant, non quidem dum directè à Sole procedunt, sed cum à Corporibus, aut Telluris superficie, irregulariter reflectuntur (929.). Effectus hic eo major est, quo Radii minus obliquè in Telluris superficiem incurrunt; & quidem ex duplici causâ. 1. Resoluto Motu Luminis in duos (458.), quorum unus ad superficiem parallelus est, alter perpendicularis; hoc solo in Corpora Lumen agit, & auctâ obliquitate minuitur. 2. In eandem superficiem Telluris partem eo majori numero agunt Radii, quo magis directè accedunt.*

1776. *Ex hisce deducimus causas caloris augeri, dum ex accessu Solis Polum, qui supra Horizontem datur, versùs, Dies crescunt; quia de Die in Diem ad maiorem altitudinem adscendit Sol; ita ut imminutæ obliquitati sese jungat mora diuturnior Solis supra Horizontem, quæ ad augendum calorem concurrit; etiam dum Dies crescunt Noctes minuuntur, & per tempus brevius decrescit calor de Die acquisitus.*

In Zonis Septentrionalibus, ut ex hisce sequitur, causâ caloris est omnium maxima, cum Sol Tropicum Cancrî attingit (1683.).

Non

Non tamen, ubi causa caloris est maxima, ipse calor est maximus; nam hic augetur quamdiu calor, interdum acquisitus, non in totum de Nocte tollitur; licet enim quotidiana augmenta minuantur, quamdiu augmentum datur, crescit calor. Sic etiam frigus maximè intensum non est in Die brevissimâ, in qua Radiorum solarium obliquitas est maxima, & absentia Solis maximè diuturna; sed frigus crescit, quamdiu diminutio caloris durat; circa quam idem ratiocinium, quàm circa caloris augmentum, institui potest.

Dividitur Annus in quatuor Tempestates; calidissima vocatur Æstas; maximè frigida Hyems; temperata quæ Hyemem sequitur Ver, Autumnus Æstatem ab Hyeme separat.

In regionibus Septentrionalibus, in initio Veris, Sol in principio Arietis apparet: in initio Æstatis Sol ad Tropicum Cancræ pertingit. Ubi Sol ad principium Libræ pervenit, incipit Autumnus: Tropicum Capricorni percurrit Sol Motu diurno in initio Hyemis, quæ omnia ex explicatis (1777. 1778.). facile deducuntur.

In regionibus australibus Æstas cum Hyeme memoratâ coincidit, Ver cum Autumno, & vice versâ.

Causæ generales, à quibus divisio memorata pendet, sæpe turbantur causis peculiaribus Loca spectantibus; præcipuè in Zonâ Torridâ, de quâ separatim agendum diximus. In plerisque hujus Zonæ Locis duæ tantùm observantur Tempestates, Æstas & Hyems, quæ siccitate & humiditate potissimum distinguuntur.

Quando Sol ad Zenit alicujus Loci accedit,

pluviæ dantur ferè continuæ, unde calor minuitur; quod *Tempus ad Hyemem refertur.*

1784. *Recedente Sole*, minuuntur pluviæ, calor augetur, & *Tempus hoc ad Æstatem refertur.*

1785. *In medio Zonæ Torridæ duæ dantur Æstates & totidem Hyemes*, quia bis ad Zenit accedit Sol. (1764.)

Ad latera hujus Zonæ, licet Sol bis ad Zenit accedat, cum inter accessus breve tempus interlabatur, ambæ Hyemes confunduntur; quare duæ tantum Tempestates in integro anno observantur.

C A P U T IX.

De Phænomenis ex Motu Axeos Telluris.

Telluris Axem Motu parallelo transferri diximus (1545.); non consideravimus Motum exiguum, quo reverà agitur, de quo nunc agendum nobis est.

1786. *Axis Telluris, servatâ inclinatione 66. gr. 31'. ad planum Eclipticæ, in antecedentiâ revolvitur*, id est, successivè omnes partes versùs dirigitur; & hujus extremitates, *Poli nempe Mundi, circa Polos Eclipticæ circulos describunt* ab Oriente Occidentem versùs. Hæc autem *revolutio absolvitur circiter Tempore viginti sex millium annorum; quæ Periodus Annus Magnus vocatur.*

1788. Cum Tellus ab hujus incolis pro immobili habeatur, Motus hic ad Corpora cœlestia refertur, ut de aliis Motibus dictum. Ideò
dum

dum Poli Mundi in antecedentiâ, circa Polos Eclipticæ, moventur, & successivè per omnia puncta, 23. gr. 29'. distantia ab his Polis, trans-eunt, hæc ipsa puncta, aut potius Stellæ fixæ, quæ in his dantur, successivè ad Polos Mundi accedere, & in consequentiâ ferri, videntur, & describere circulos, qui reverâ à Polis Mundi describuntur, circa Polos Eclipticæ, qui, in centrīs positi, soli quiescunt. Nam cum Stellis memoratis & reliquæ; quia omnes eundem situm erga se mutuo servant (1517.), etiam translatae apparent.

Idcirco integra *Sphæra Stellarum fixarum circa Axem, per Polos Eclipticæ transeuntem, rotari in consequentiâ videtur*; & singulæ Stellæ circulos Eclipticæ parallelos, Motu apparenti, describunt; quo Motu Latitudo Stellarum non mutatur.

Planum Æquatoris cum Axe Telluris angulum efficit rectum; ideo, Motu memorato Axeos, rotatur sectio hujus Plani cum Plano Eclipticæ; quare *prima puncta Arietis & Libræ* (1678.), quæ semper opponuntur, in *Tempore 25920. annorum, totam lineam Eclipticam in antecedentiâ percurrunt*: pro immobilibus tamen habentur à Terræ incolis, qui ipsas Stellas fixas in consequentiâ translatas imaginantur. (1789.)

Hæc eadem translatio, primi puncti Arietis, & Libræ, quam *Æquinoctiorum præcessionem* vocant, in causa est, quare Sol, quando ex uno horum punctorum recessit, iterum ad hoc redeat, antequam integram periodum in Lineâ Eclipticâ absolverit; cum

autem æquinoctia annum Eclipticum, aut vulgarem, determinent, Tempus periodicum Telluris annum hunc superat. (1553.)

CAPUT X.

De Stellis fixis.

Stellas fixas diximus esse Corpora lucida, ita remota, ut horum distantia cum distantia ullis, in Systemate planetario, non
 1792. conferri possint. *Non enim subtilissimis Observationibus Astronomi potuere Polos Mundi translatos observare in Motu Telluris annuo, licet circulos, Orbitæ Telluris fere æquales, in cælis describant.* (1545.)

DEFINITIO I.

1793. Translatio hæc Poli vocatur *Parallaxis annua*.

Distantiam Stellarum immensam esse, etiam ex Observationibus ope Telescopiorum deducitur. *Si Stella fixa quæcunque, ex maximè lucidis & conspicuis, conspiciatur adhibito Telescopio, per quod diameter Solis diametro Orbitæ annuæ æqualis appareret, quasi punctum lucidum, sine sensibili magnitudine, illa apparebit; minores enim omnes Stellæ per Telescopia, quàm nudis Oculis, apparent, nam ex solâ scintillatione magnitudinem sensibilem habere videntur.*

1795. *Ut Stellæ distinguantur, referuntur ad varias figuras, quæ in Cælis concipiuntur, & Asterismi vocantur.*

In

In Zodiaco duodecim Asterismi concipiuntur, 1796.
Zodiaci Signa dicti, nominantur ut animalia,
 aut res quas repræsentant: *Aries*, *Taurus*, *Ge-*
mini, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*, *Libra*, *Scorpius*,
Sagittarius, *Capricornus*, *Aquarius*, *Pisces*.

Signa hæc nomina sua dedere, duodecim parti- 1797.
bus Eclipticæ de quibus antea. (1592.)

Tempore Hiparchi, sectiones Eclipticæ &
 Æquatoris sitæ erant inter Asterismos Piscis
 & Arietis, ut & Virginis & Libræ; & Asterismi
 nomina dedere illis Eclipticæ partibus, quæ
 per singulos Asterismos transibant, & partes 1798.
Eclipticæ, ponendo initium Arietis, & Libræ
 in intersectionibus Æquatoris & Eclipticæ, uti
 in illo tempore, nomina servarunt, licet hæ
 intersectiones translatae sint (1790.), unde Sol
 in Tauro dicitur, quando inter Stellas Aste-
 rismi Arietis movetur.

Zodiacus partem Cœli septentrionalem à
 meridionali separat.

In Septentrionali dantur Asterismi, *Ursa mi-* 1799.
nor, *Ursa major*, *Draco*, *Cepheus*, *Canes Ve-*
natici, *Bootes*, *Corona Septentrionalis*, *Her-*
cules, *Lyra*, *Cygnus*, *Lacerta*, *Castropeja*,
Camelopardus, *Perseus*, *Andromeda*, *Triangu-*
lum, *Triangulum minus*, *Musca*, *Auriga*, *Pe-*
gafus, *Equuleus*, *Delpbin*, *Vulpecula*, *Anser*,
Sagitta, *Aquila*, *Antinous*, *Scutum Sobieskia-*
num, *Serpentarius*, *Serpens*, *Mons Manalus*,
Coma Berenicis, *Leo minor*, *Lynx*.

In parte meridionali Cœlorum Asterismi, quo- 1800.
 rum multi à nobis videri non possunt (1735.),
 sunt, *Cetus*, *Eridanus*, *Lepus*, *Orion*, *Canis ma-*
ior, *Monocerotes*, *Canis minor*, *Argo-navis*, *Hy-*

dra, Urania Sextans, Crater, Corvus, Centaurus, Lupus, Ara, Corona Australis, Piscis Austrinus, Pbenix, Grus, Indus, Pavo, Apus, Triangulum Australe, Crux, Musca, Chamæleon, Robur Carolinum, Piscis volans, Toucan sive Anser Americanus, Hydrus, Xipbias sive Dorado.

DEFINITIO 2.

1801. *Stellæ, quæ inter Asterismos collocantur, vocantur informes.*
1802. *Non omnes Stellæ æquè lucidæ apparent, & ab Astronomis ad sex classes referuntur, omnium maximè lucidæ dicuntur Primæ Magnitudinis; aliæ Secundæ, Tertiæ, &c. Magnitudinis, ad sextam usque.*
1803. *Quædam, ne quidem ad hanc ultimam classsem referuntur, & Nebulosæ dicuntur.*
1804. *In Cœlis etiam observamus Zonam quandam, non ubique ejusdem latitudinis, quæ totum Cœlum circumit, & in quibusdam locis separatur, ut dupla sit. Propter colorem Viæ Lactea vocatur. Observationibus, ope Telescopiorum, constat, congeriem esse Viam banc Stellarum innumerarum, quæ visum Oculi inermis fugiunt, aut quia cæteris Stellis minores sunt, aut quia magis distant.*
1806. *Polum Antarcticum versùs duæ Nubeculæ, huic Viæ similes, dantur, quæ etiam sunt congeries Stellarum minimarum, nisi per Telescopia non visibilibus. Præter Stellæ, quæ in hisce Nubeculis, & Viâ lacteâ, observantur, maximo numero per totum Cœlum, adhibitis Telescopiis, minores Stellæ deteguntur, quæ nudis Oculis non apparent. Sæpissimè Stellarum congeries pro unicâ Stellâ, inermi oculo, habetur.*
- In-

Inter Stellas, quædam per vices videntur, 1808. & invisibiles fiunt, regulare/que periodos observant; aliæ successive nunc magis lucidæ, nunc hebetiori Lumine præditæ, & Telescopiis tantum visibiles, apparent; idque statim temporibus. Non tamen singulis periodis æquè claræ sunt.

Aliquando subito Stellæ apparere, Lumine 1809. lucidiores superantes, quæ deinde, successive decrescentes, brevi evanuerunt, & admodum latent.

Præter Stellas etiam in Cælo observamus varias maculas albidiores & quodammodo lucidas, quæ nudis Oculis invisibiles sunt; inermi enim Oculo horum Lumen ad Stellas, quæ in ipsis dantur, refertur aut pro Stellis nebulosis habentur. Quid autem sint hæ maculæ, determinari non potest, fortè sunt congeries Stellarum, quæ cum Stellis Telescopiis illam habent relationem, quam quæ Viam lacteam efficiunt, cum illis, quæ nudis Oculis deteguntur.

LIBRI VI.

Pars II. Motuum Cœlestium
Causæ Physicæ.

CAPUT XI.

De universali Gravitate.

Expositis Corporum cœlestium Motibus, ut & Phænomenis inde oriundis, quibus Legibus Motus hi peragantur explicandum erit.

Leges, juxta quas Corporum Motus diriguntur, antea exposuimus (174. 176. 180.). Si hisce unicam addamus, totum patet artificium, quo ingens Machina, Systema planetarium, regitur.

Lex, cæteris addenda, hæc est.

1811. *Omnia Corpora in se mutuò gravia sunt.*

1812. *Gravitas hæc materiæ quantitati proportionalis est.*

1813. *Ad inæquales distantias est inversè, ut quadratum distantie.* Id est, omnia Corpora sese mutuò petunt, aut sese mutuò versùs tendunt, vi, quæ singulis particulis materiæ in singulas particulas competit; & vis, quâ Corpus in alia agit, efficitur ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus Corpus constat; ideò vis hæc crescit in ratione, in quâ materiæ quantitas augetur; &
im-

immutabilis est in singulis particulis; ad eandem distantiam semper eadem; auctâ autem distantia decrescit vis, ut quadratum distantiae augetur.

Vim hanc Gravitationem nominamus, considerando Corpus, quod aliud versus sponte tendit; quia eo nomine vis hæc in Telluris viciniis datur (85). 1814.

Considerando autem Corpus ad quod aliud tendit, vim hanc vocamus Attractionem. His nominibus eundem effectum, & nil præter effectum designamus; nam, cum omnis gravitas sit reciproca (180.), Corpora se mutuo versus gravitare, idem significat, quam Corpora sese mutuo attrahere, aut ad se mutuo sponte tendere. 1815.

Effectum hunc pro Lege Naturæ habemus (5.), quia nunquam fallit, & hujus causa nobis est ignota, & ex Legibus notis minime deduci potest, ut statim dicetur. Nunc autem talem gravitationem reverâ dari, ex Phænomenis probandum est. 1816.

Planetae primarii singuli in Orbitis suis retinentur viribus, quæ ad centrum Solis tendunt (1537. 303.); idè datur vis, quâ Planetæ Solem versus feruntur, & quâ Sol reciprocè illos singulos versus tendit (180.): id est, Sol in Planetas, & hi in Solem gravitant. 1817.

Eodem modo patet, secundarios Joviales in Jovem, & Jovem in ipsos; ut & Saturni Satellites in primarium, & hunc in illos gravitare (1559. 303. 180.). 1818.

Etiâ Luna & Tellus in se mutuo graves sunt (1559. 303. 180.). 1819.

Se-

1820. *Secundarii omnes in Solem gravitatem habent.* Omnes enim, Motu regulari, circa Primarios ita feruntur, quasi Primarii quiescerent; unde liquet, illos Motu communi cum Primariis ferri; id est, eandem vim, quâ omnibus momentis Solem versùs feruntur Primariis, in Secundarios agere, & hos eadem celeritate cum Primariis Solem versùs ferri. Ipsæ Secundariorum irregularitates, quæ adeò sunt exiguæ, ut respectu solius Lunæ sint sensibiles, confirmant hanc Secundariorum gravitatem in Solem; nam irregularitates omnes pendere à mutatâ gravitate Lunæ Solem versùs, pro variâ distantia, & ex eo quod lineæ, per quas ad Solem tendunt Tellus & Luna, non sint omninò parallelæ, in sequentibus videbimus.

Ex gravitate Secundariorum in Solem, sequitur Solem in illos gravitare (180. 183.).

- Circa gravitatem Primariorum inter se, observarunt Astronomi, Saturnum à viâ paululò deflecti; ubi Jovi, Planetarum longè maximo, est proximus; ita ut *Jovem & Saturnum in se mutuò graves esse*, immediatis Observationibus constet.

Saturnus etiam in hoc casu, ut Flamsteedius observavit, turbat Motum Satellitum Jovis, hos paululum ad se trahens, quod probat, & hos *Secundarios in Saturnum, & hunc in ipsos gravitare.*

1825. Collatis omnibus quæ in dis. 1817.
1824. dicta fuere, sequitur, septemdecim Systema planetarium componentia Corpora in se mutuò gravitare, licet de singulorum in

in singula gravitate observationes immediatas instituere non liceat (8.).

Legis pars secunda est (1812.), gravitatem materiæ quantitati proportionalem esse, id est, singulis materiæ particulis competere in singulas, ideòque Legem gravitatis universalem esse, & singula Corpora in alia Corpora omnia gravitare; quod ex Phænomenis etiam deducitur.

Vires gravitatis sunt ut actiones eodem tempore editæ (64.); & hæ actiones si translationes fuerint æquales, sunt ut materiæ quantitates in Corporibus translatis (69. 70.): idcirco, cum Corpora inæqualia, ad eandem distantiam à Corpore attrahente, æquè celeriter ex gravitate moveantur (1821.), vires gravitatis, materiæ quantitatibus proportionem sequi, clarum est. Idem experimur in omnibus Corporibus in Telluris vicinis, quæ Tellurem versùs, materiæ quantitati proportionalem, gravitatem habent (90.). *Mutua autem horum omnium Corporum gravitas sensibilis non est*; quia respectu gravitatis Tellurem versùs admodum est exigua, ideòque Motum ex hac turbare non valet; saltem ut sensibilis detur directionis mutatio. 1826. 1827.

Et aliâ methodo, ex Phænomenis, hanc universalitatem gravitatis, singularum materiæ particularum in alias probari posse, statim dicemus (1829. 1830.).

Pars Legis, quam examinamus, tertia est, gravitatem decrescere, quando distantia augetur, & esse inversè ut quadratum distantiae; quod ex Phænomenis quoque sequitur. Cor-

1828. Corpora, in quæ vis gravitatis agit pro quantitate materiæ, ut in Systemate nostro, eâdem, ut diximus, celeritate feruntur, in circumstantiis iisdem; ita ut non intersit, utrùm majora an minora sint Corpora, & moveantur quasi essent æqualia. In hoc autem casu, si vis punctum versùs decrescat in ratione inversâ quadrati distantiae ab hoc puncto, & Corpora ad varias ab hoc ipso distantias revoluta fuerint & in circulis retineantur hac vi, quadrata Temporum periodicorum erunt inter se, ut distantiarum cubi (317. 318.). Quod æquè in lineis Ellipticis, ad quarum focos diriguntur vires, respectu distantiarum mediarum, obtinet (321.). Hicce autem casus in Corporibus circa Solem, Saturnum, & Jovem, revolutis existat (1567.), unde sequitur, vim gravitatis, recedendo à centris horum Corporum, decrescere in ratione inversâ quadratorum distantiarum.

1829. Hoc ratiocinio, positâ gravitate materiæ quantitati proportionali, illam in ratione inversâ quadrati distantiae decrescere demonstramus. Ex eodem, positâ gravitatis diminutione juxta hanc rationem, sequitur, gravitatem materiæ quantitati proportionalem esse, ut faciliè liquet.

Probamus autem alio argumento, diminutionem gravitatis sæpius memoratam rationem inversam quadrati distantiae sequi; ita ut circa ambas, de quibus agimus, gravitatis Leges, nullum dubium superesse possit.

1830. Planetæ moventur in Orbitis quiescentibus (1523.);

(1523.); & in his retinentur viribus, quæ ad punctum excentricum diriguntur (1524. 1817.); Constat autem hæc non obtinere, nisi vis centralis decreascit in ratione inversâ quadrati distantia (329.).

Gravitatem etiam recedendo à Telluris 1831. centro, juxta eandem Legem decreascere, ex simili ratiocinio sequitur. Luna enim in Orbitâ retinetur vi, quæ ad Telluris centrum, id est ad punctum excentricum, tendit (1559. 1560. 303.): & licet linea Apfidum non feratur Motu parallelo, agitatio hujus, si singulas consideremus revolutiones, admodum est exigua, ut hic pro quiescente haberi possit: in Capite sequenti 16. determinabimus vim, quæ retinet Lunam in orbe ita agitato, & videbimus diminutionem vis gravitatis respectu Lunæ, parum admodum à ratione inversâ quadrati distantia, differre, differentiamque à Solis actione pendere etiam videbimus.

Nullum autem dubium circa hanc diminutionem supererit, si consideremus, *Lunam in Orbitâ retineri ex ipsâ vi, quâ Corpora in Telluris vicinis Tellurem versus feruntur*, imminutâ, juxta Legem diminutionis sæpissime memoratam. 1832.

Distantia media Lunæ est semid. Telluris 1833. 60½, id est 60, 500. ponamus ipsam esse 60, 522, quæ correctio exigua est, si consideremus & hanc, quam nunc ponimus, esse etiam mediam inter diversas medias distantias ab Astronomis diversis determinatas. Diametrum Telluris antea vidimus continere parti-

ticas Rhenolandicas 3389940, (1569.); unde, ex noto Tempore periodico Lunæ (1563.), facile detegimus, in tempore unius minuti primi Lunam in Orbitâ percurrere pedes Rhenolandicos 196594. Hic arcus non est centesima pars unius gradûs, & pro ipsius substantiâ usurpari potest; est ideo Orbitæ diameter ad hunc arcum, ut ipse ad suum finem versus; qui detegitur pedum Rhenol. 15, 6982, & est accessus mutuus Lunæ & Telluris, ex horum Corporum mutuâ actione, in uno minuto primo: sed, ut monuimus, Solis actione mutatur Lunæ gravitas in Tellurem, & ut in Cap. 16. videbimus, effectus totius actionis coincidit cum diminutione gravitatis, quæ se habet ad ipsam gravitatem, ut 1. ad 180, 66; quare spatium 15, 6982, juxta hanc proportionem augeri debet, ut tollatur diminutio ex actione Solis, eritque hoc pedum 15, 7851.

Spatium percursum à Corpore, quod gravitate ad aliud accedit, pendet à vi quâ ab hoc attrahitur, cujus singulæ particulæ materiæ illud attrahunt; ideo Spatia à Lunâ & Tellure, in mutuo accessu, percurfa, sunt inversè ut quantitates materiæ in his. Ergo ut quantitas materiæ in ambobus Corporibus Lunâ & Tellure simul ad quantitatem materiæ in Tellure, ita spatium in accessu ad se mutuo ab ambobus percursum ad viam à sola Lunâ percurfam. Quantitates autem materiæ in Lunâ & Tellure, ut in Capite ultimo videbimus, sunt inter se ut 1. & 39, 31., & est 40, 31. ad 39, 31., ut 15, 7851. ad 15,

15, ³⁹³⁵, spatium à Lunâ percursum; quod ergo à Corpore quocunque, in uno minuto primo, gravitate Tellurem versùs, ad distantiam Lunæ percurreretur (1826.).

Crescente hac vi, in ratione inversâ quadrati distantiae à centro, spatium eodem tempore percursum ad distantiam unius semidiametri Telluris, id est, in hujus superficie, erit 60, ⁵²² × 60, ⁵²² × 15, ³⁹³⁵. pedum; sed quia in omni Motu æquabiliter accelerato, ut hic, (nam consideramus vim ad distantiam superficiei Telluris à centro) quadrata temporum sunt, ut spatia cadendo percurfa (190.) dividendo hunc numerum per 60 × 60. id est, 3600, habemus spatium; in Telluris viciniis, in uno minuto secundo à Corpore percursum, ex vi qua Luna in Orbitâ retinetur, quod detegitur 15, ⁶⁶²⁵. pedum Rhenolandicorum.

Si nunc examinemus gravitatem, quam ¹⁸³⁴. quotidie experimur in omnibus Corporibus, in Telluris superficie (84.); ex demonstratis circa Pendulorum Motum (220.), & Experimentis accuratissimis, Parisiis & in Laponiâ circa Pendula institutis, constat, Corpora sub Polo, in uno minuto secundo, cadendo percurrere pedes Rhenolandicos 15, ⁶⁷⁴³; sub Æquatore pedes 15, ⁵⁹⁶⁶. Sed Corpora sub Æquatore vi centrifugâ directè sursum pelluntur; & cum singula puncta Æquatoris in 1" percurrant pedes 1487, ⁴⁴, ut ex noto tempore revolutionis, & notâ Æquatoris diametro, quam in Cap. 17. determinamus, deducitur; cum etiam sinus versus

hujus arcûs sit pedum 0, 0542, hic ipse sinus indicat spatium, quod Corpora sursum adscendendo vi centrifugâ, in 1" percurrerent, si gravitatē non retinerentur. Hac actione vis centrifugæ gravitas minuitur, &, sepositâ hac ipsâ, Corpora sub Æquatore in 1". gravitate percurrerent pedes 15, 6508. Ergo gravitate mediâ inter hanc & illam, quæ sub Polo obtinet, Corpora in uno minuto secundo percurrunt 15, 6625. pedes Rhenolandicos; & est gravitas hæc ipsa vis, quæ Lunam in Orbitâ retinet.

- Consideravimus centra Corporum in examine Legis diminutionis gravitatis, quamvis gravitas singulas Corporum particulas spectet; quia Mathematicâ demonstratione, quam in Scholiis Elem. damus, constat,
1835. *Actionem Corporis sphaerici, in quo ubique partes, à centro æquè distantes, sunt homogeneæ, constantis ex particulis quas versùs gravitas datur, quæ decrescit, recedendo à singulis, in ratione inversâ quadrati distantiae, dirigi ad Corporis centrum, & recedendo ab hoc minui in eadem ratione inversâ quadrati distantiae: ita ut tale Corpus agat, quasi omnis materia, ex quâ constat, coacta foret in ipso centro. Unde sequentes deducimus conclusiones.*
1836. *In superficiebus Corporum, in quibus materia homogenea est ad distantias æquales à centro, gravitates esse directè ut materiae quantitates in Corporibus (1812.), & inversè ut quadrata diametrorum (1813.); nam in his Corporibus distantiae à centro sunt ut diametri.*
1837. *In superficiebus Corporum sphaericorum, ho-*
mo-

homogeneorum, æqualium, gravitates esse ut Corporum densitates; nam distantiae à centro sunt æquales, in quo casu gravitatis vires sunt ut quantitates materiæ (1812.); quæ, in Corporibus æqualibus, sunt ut densitates (546. 90.).

In superficiebus Corporum sphaericorum, inæqualium, homogeneorum, æquè densorum, gravitates sunt inversæ, ut quadrata diametrorum (1813.); quia in harum ratione sunt distantiae à centris: sunt etiam gravitates directæ ut diametrorum cubi (1812.); nam in hac ratione sunt materiæ quantitates in sphaëris (18. El. XII.) & ratio composita ex directâ cuborum diametrorum, & inversâ harum quadratorum, est directâ ipsarum diametrorum.

Ideo, si & densitates & diametri differant, 1839. gravitates in superficiebus erunt in ratione compositâ densitatum (1837.), & diametrorum (1838.). Idcirco divisâ gravitate in superficie, per diametrum, detegitur densitas; quæ 1840. ergo sequitur rationem directam gravitatis in superficie & inversam diametri.

In sphaerâ homogeneâ, cavâ, ubique ejusdem 1841. crassitie, Corpus ubicunque positum nullam gravitatem habet, gravitatibus oppositis sese mutuò destruëntibus, ut in Scholiis Elem. demonstramus. Hinc sequitur, in sphaerâ ho- 1842. mogeneâ, Corpus accedendo ad centrum, centrum versùs gravitare ex solâ actione sphaeræ, cujus semi-diameter est distantia Corporis à centro, quæ gravitas decrescit, accedendo ad centrum, in ratione distantiae à cen-

tro (1838.); nam omnis materia, quæ ad majorem à centro distantiam datur, sphæram cavam efficit, in quâ actiones in Corpus sese mutuò destruunt (1841.).

Gravitatem, huc usque explicatam, pro Lege Naturæ esse habendam diximus, quia hujus causa nos latet, & quia minimè pendet ab ullâ Lege nobis notâ; quod clarè
1843. patebit, si ad sequentia attendamus.

Gravitatem requirere præsentiam Corporis attrahentis; sic Satellites, ex gr. Jovis, in Jovem gravitant, ubicunque hic detur (1818.).
1844. *Manente distantia, celeritatem, quâ Corpus ex gravitate fertur, pendere à quantitate materiæ in Corpore attrahente: Et Celeritatem non variari, quæcunque fuerit massa Corporis gravitantis (1826.).*

1846. *Uterius, si gravitas pendeat à Lege Motûs notâ, ad impactum Corporis extranei referri debere, & quia gravitas est continua, impactum etiam continuum requiri.*

1847. Si talis materia continuò in Corpora incurrens detur, necessario est fluida, & quidem subtilissima, quæ penetrat Corpora quæcunque; Corpora enim aliis utcunque inclusa gravia sunt.

Videat nunc Mathematicus, an Fluidum adeò subtile, ut Corporum omnium poros liberrimè permeet, & adeò rarum, ut Motui Corporum sensibilibiter non obstet, (in loco enim aëre vacuo Penduli Motus diutissimè continuatur) Corpora ingentia tantâ cum vi ad se mutuò possit propellere.

Ex-

I N S T I T U T I O N E S. 501

Explicit, quomodo hæc actio crescat in ratione massæ Corporis, ad quod aliud tendit (1844.).

Tandem, quod omnium mihi difficillimum videtur, dicat, quomodo omnia Corpora, in quocunque situ, eâdem manente distantia, & Corpore quod versùs gravitas datur, eâdem velocitate ferantur (1845.), id est, quomodo Fluidum, quod nisi in superficies, sive ipsorum Corporum, sive illarum internarum particularum, ad quas accessus ex interpositis particulis non impeditur, actionem suam exserere non potest, communicet istis Corporibus Motum, qui exactissimè sequatur proportionem quantitatis materiæ in his, quod in gravitate ubique obtinere, hoc Capite probavimus; & quod directo Experimento demonstravimus respectu gravitatis in Telluris viciniis (89.).

Non tamen negamus, ab ullo impactu pendere *gravitatem*, sed hanc *non sequi ex* 1848. *ullo impactu, juxta Leges nobis notas agente*, clarè patere contendimus, gravitatisque causam nos omninò latere fatemur.

CAPUT XII.

*De Materiâ Cœlesti; ubi Vacuum
dari probatur.*

Expositis Legibus, quibus totum Systema planetarium regitur, varia præmittenda erunt, antequam ad ipsius Systematis explanationem physicam accedamus. De Materiâ cœlesti, id est, de medio, in quibus Corpora Systema componentia moventur, ante omnia quædam dicenda sunt, quod paucis fieri posset, si inter omnes constaret Philosophos, in rebus *Inane* dari.

Probavimus antea Vacuum possibile esse (15.), nunc illud reverâ dari demonstrandum nobis est.

1849. *Ex solâ Motûs consideratione, Vacuum dari deducitur*; quod tritum & vulgare admodum est argumentum, cujus vis ut pateat, considerandum, non quidem omnes Motus, sed plerosque illorum, qui quotidie observantur, sine Vacuo impossibiles esse; quod longiori discussione plenissimè posse evinci, persuasum habeo, sed sequenti consideratione ita clarè patere mihi videtur, ut plura addere inutile foret.

1850. Non mutabilem figuram habent particulæ omnium minimæ; nam constat particula, cujus figura mutatur, ex particulis minoribus, quæ inter se moventur; ideo, si figuram mutabilem habeat, non est ex particulis omnium minimis.

Si

Si autem figura harum particularum sit immutabilis, & Corpus inter has possit moveri, sine tali separatione particularum, quæ interstitium vacuum relinquit, pendebit hoc à figurâ particularum, & à relatione, quam habent inter se, quod Mathematicus non negabit: idcirco, si hisce servatis, (figurâ & relatione), augeantur particulæ, & in hoc casu Corpora sine Vacuo moveri poterunt.

Videat nunc quis, auctis particulis minimis, ut magnitudine pedem cubicum æquent, quæcunque fuerit harum figura, & cum cæteris particulis relatio, quas, in eâdem ratione, cum primis auctas ponimus, utrum Corpora magnitudinis cujuscunque, inter has particulas possint ferri per rectas lineas, & per curvas quascunque, nunquam ita separatis particulis, ut spatiola vacua inter has dentur.

Particulas subtilissimas conceptu non assequimur, & ideo sæpè his tribuimus proprietates, quæ ex harum figurâ non sequuntur, qui corriguntur errores, si particulas auctas imaginemur.

Etiam Argumento, ex Resistentiâ deducto, 1851. Vacuum dari probamus.

Materiam inertem esse diximus (13.); circa 1852. ca vocem quidam contendunt, rem ipsam nemo negat; Ex hac sequitur, non posse per Fluidum Corpus moveri, quin patiatur Resistentiam (717.); ideoque Retardationem (744.). Resistentia ex materiæ inertia, quam hic solam consideramus, pendet à materiæ

Kk 4 quan-

quantitate ex loco removendæ, quæ eadem est, sive partes Fluidi sint majores, sive minores, si Corporis celeritas maneat: unde sequitur, in determinandis, quæ Resistentiam spectant, ad subtilitatem Fluidi non esse attendendum, quamdiu hoc poros Corporum permeare non potest; si enim ad illam perveniamus partium tenuitatem, ut Fluidum pro parte per Corpus penetret, Corpori minori copiâ resistet.

Concipiamus nunc globum quemcunque, per medium ejusdem densitatis cum globo, translatus, & cui per Corporis poros transitus non patet; omnibus momentis retardatur ita, ut ejus velocitas tandem ad dimidium reducatur; quod fit, antequam Corpus semel cum semisse diametri longitudinem percurrat (765.).

1853. Ut Propositionem hanc ad Motum in Fluido subtilissimo, per omnium Corporum poros liberrimè penetranti, & omnia replente, applicare possimus, concipiendum est Corpus sphæricum, sine poris; quod dari posse, intimè jungendo particulas materiæ, nemo inficias ibit.

Talis Corporis Resistentia, in Fluido quocunque, à magnitudine partium Fluidi non pendet; & eadem est, sive Fluidi partes sint æquales, sive utcunque inæquales inter se (1852.).

Si omnia sint materiâ plena, nisi per Fluidum, ejusdem densitatis cum hoc Corpore, non poterit hoc moveri; nam incurrit in omnem materiam, quæ datur in locis, per quæ tran-

transit, & in his materia sine interstitiis, ut in Corpore, datur; idcirco amittet dimidium velocitatis, antequam sesqui-diametrum percurrat.

Augeatur Corpus, manente materiæ quantitate, & servato hoc homogeneo; id est, 1854.
 dentur pori in Corpore, per quos materiæ partes subtilissimæ liberrimè transeant, & sint hi pori æqualiter per totum Corpus dispersi. Si Corpus sic mutatum moveatur, non in totam superficiem incurrit Fluidum subtilissimum, de quo agimus, sed tantum in partes superficiæ, quæ poros interjacent; quæ partes simul sumtæ, quia Corpus homogeneum ponimus, valent superficiem Corporis in constitutione primâ, sine poris; aucto enim Corpore, superficies non fuit mutata, sed tantum dilatata, interjectis poris: Ergo Corpus in utroque casu eandem patitur Resistentiam, ex impactu in superficiem; & Resistentia in Corpore dilatato major est ex incurfu Fluidi in particulas internas Corporis: quare Corpus hoc citius dimidium velocitatis suæ in secundo, quàm in primo casu, amittet; id est, antequam sesqui-diametrum primæ magnitudinis percurrat; & ideò partem velocitatis adhucdum majorem amittit, dum per sesqui-diametrum secundæ magnitudinis transfertur.

Hoc autem Experientiæ contrarium est; nam globus homogeneus, aureus, plumbeus, &c. multò minus in aquâ & aëre retardatur, unde sequitur, hypothésin, omnia materiâ repleti, falsam esse. Vacuum ergo datur.

Kk 5

Va

1855. *Vacuum dari etiam cum Phænomenis circa gravitatem congruit, ex quibus sequitur, hanc materiæ quantitati proportionalem esse. Si verò omnia materiâ repleantur, gravitas omnes partes versùs æqualis datur, & vires, quæ partes oppositas versùs diriguntur, sese mutuò destruunt, & nulla sensibilis gravitas observari poterit. Consideratio hæc confirmat Vacuum dari, & assertionem illustrat; sed sola non hanc probat.*

Hisce præmissis ad Materiam cœlestem transeundum.

A Motu Materiæ cœlestis, si quædam detur, non pendent Corporum cœlestium Motus (1848.); quo corrui illorum sententia, qui Motu communi cum Materiâ, quæ Systema planetarium replet, Corpora cœlestia translata contendunt.

1857. Hæc etiam Motu Cometarum evertitur sententia: si medium in Systemate daretur, quod in Motu suo Planetas secum ferret, & etiam secum traheret Cometæ, saltem sensibilibiter hos in Motu turbaret, dum ferè directè ad Solem accedunt, aut ab hoc recedunt, aut in antecedentiâ moventur, id est, Motu contrario cum Motu talis Materiæ; qui Motus cum non turbari, sed sequi viam, quæ à gravitate pendet, observentur, clarum est, Materiam cœlestem, si detur & moveatur, sensibilem in Corpora Systematis planetarii non exserere actionem; quod etiam ex parvâ hujus Resistentiâ deducitur; nam,

1858. *ex collatis antiquissimis cum recentioribus Observationibus, sensibilibiter in Motibus non retardatos*

tos Planetas constat. Resistentia tamen in aëre sensibilis est, quare densitas medii, in quo Planetæ moventur, in immensum minor est; idcirco, *nisi tali medio subtilissimo, 1859. non repletur Systema planetarium.*

Materiæ verò quantitatem, quantumvis exiguam, per totum Systema posse dispergi, relictis interstitiis minimis, ex materiæ divisibilitate deducitur. (24.)

CAPUT XIII.

De Motu Telluris.

Præter Quæstionem in Capite præcedenti discussam, & alia datur examinanda, antequam ad totius Systematis explicationem accedamus.

Ut nullum dubium superfit circa Systema, in primo Capite hujus Libri explicatum, probandus nobis hic est Telluris Motus, de quo non mirum si plures dubitaverint; nullis enim, nisi à Spectatoribus in Tellure institutis, Observationibus Motus cœlestes à nobis determinari queunt, & eadem Phænomena apparent, siue Corpora ipsa transferantur, siue Spectator moveatur (1586.); ita ut immediatis Observationibus non constet, utrum Motus Telluris ad Corpora cœlestia non referri debeat.

Tellurem circa Solem circumferri, ex Motuum 1860. analogiâ deducitur, & ex examine Legum Naturæ plenius demonstratur.

Quod

Quod Motuum analogiam spectat, notandum, circa Jovem, & Saturnum, rotari Satellites Corpore centrali minores; circa Tellurem Luna, Tellure minor, revolvitur; Tandem circa Solem girantur Corpora minora Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus: si cum his Tellus rotetur, ubique

1861. *in Systemate nostro Corpora minora circa majora moventur: in hac autem Regulâ exceptio dabitur respectu Solis, si ingens hoc Corpus, in Motu, minimam Telluris massam (1568.) cingat.*

Circa Solem, Jovem, & Saturnum, circa

1862. *quos singulos plurima Corpora revolvuntur, lentius moventur, quæ magis à Corpore centrali distant, & quidem juxta hanc Regulam, quadrata Temporum periodicorum sequi rationem cuborum distantiarum (1567.), ex quâ sequitur Planetarum velocitates esse in ratione subduplicatâ inversâ distantiarum: quæ Regula applicari potest Telluri, si hæc cum cæteris Planetis circa Solem circumferatur, ut patet, si illius Tempus periodicum, (Tempus nempe, in quo Sol integram revolutionem peragere videtur), ut & distantia à Sole, cum cæterorum Planetarum distantiiis & Temporibus periodicis, conferantur. Unicam autem patitur exceptionem Regula hæc, si, Sole translato, Tellus quiescat.*

1863. In hoc casu Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus, huic Regulæ in Motibus subjiciuntur, ut & quinque Satellites Saturni, & quatuor Joviales Planetæ; Sola Luna cum Sole, circa Tellurem, proportionem

nem omninò diversam servant, & non modò celeritas Solis major est, quàm quæ hac Regulâ requiritur; sed & velocitate ad minimum vices & sexies Lunam vincit, licet ad distantiam maximam, respectu Lunæ distantiae, à Tellure removeatur: ita ut & hujus respectu Motuum cœlestium analogia turbetur.

Hiscæ Argumentis alia addam, quibus, Motum Telluris sequelam esse necessariam Legum Naturæ, ex Phænomenis deductarum, clarè patebit.

Omnia Corpora in se mutuò gravia sunt (1811.); ideòque Sol & Tellus; sed Motus, 1864. quo hæc duo Corpora ad se mutuò feruntur, ex directis Observationibus deducitur. Quodcunque horum Corporum circa aliud moveatur, describit areas, lineis ad centrum hujus ductis, temporibus proportionales, quod ex Observationibus Astronomicis constat; idcirco in curvâ retinetur Corpus motum, per vim, quæ ad alius centrum dirigitur (303.). Cum autem actioni semper æqualis sit reactio (180. 183.), nisi Naturæ Leges, quæ ubique constanter locum habent, in totum evertantur, duo hæc Corpora sese mutuò petunt celeritatibus, quæ sunt inversè ut horum massæ. (1844.)

Materiæ quantitas in Tellure ferè nulla est respectu quantitatis Materiæ in Sole, ut in Capite sequenti videbimus: quare hic lentissimè movetur, dum celerrimè ad hunc accedit Tellus.

Unde sequitur Tellurem circa Solem circum-

cumferri, ne in hunc Motu illo violentissimo cadat. (294.)

1865. Motus hic idem Telluris ex iisdem principiis & aliâ methodo deducitur.

Duo Corpora, quæ vi quacunque ad se mutuò feruntur, tandem concurrent, aut continuò magis à se mutuò recedent, nisi utrumque ita moveatur, ut vim centrifugam habeat æqualem illi, qua aliud versùs fertur; cùm verò Corpora, quæ in se mutuò gravitant, pressionibus æqualibus, sese mutuò petant (180.), non poterunt Corpora hæc in Motu circum se mutuò perseverare, nisi ambo ita moveantur, ut vires centrifugas æquales habeant; quod, nisi ambo circa commune suum gravitatis centrum, æqualibus temporibus, rotentur, non obtinet; id est, si Propositio hæc ad Solem & Tellurem applicetur, nisi circa punctum, cujus distantia à centro Solis est ad ipsius distantiam à centro Telluris, ut quantitas materiæ in Tellure ad materiæ quantitatem in Sole, ambo moveantur (312. 313.): quod punctum ergo parum admodum à centro Solis distat. Cùm autem, quodcunque horum Corporum moveatur, in Motu circa aliud perseveret, sequitur, ambo Motibus memoratis subjici, Solemque exiguo Motu agitari, dum Tellus Orbem maximum describit. Ex quibus sequitur, Motum Telluris ab illo negari non posse, qui ex Legibus Motûs, ex Phænomenis deductis, ratiocinatur.

Probato Motu Telluris annuo, & relatâ Tellure inter Planetas, exigua tantum difficul-

cultas superest respectu Motûs circa axem; nemo enim, qui de illo non dubitat, hunc negat; multi, concesso Motu *circa axem*, 1867. Telluris annum Motum negant; satis ergo erit in transitu notare, omnes Planetas, circa quos respectu hujus Motûs Observationes instituere licet, circa axes rotari; & *Motum similem Telluri competere, uniformem Motum diurnum Corporum, ad distantias quasunque ab hoc remotorum, satis indicare.* Quibus addendum, celeritatem Stellarum fixarum, in minori quàm viginti quatuor horarum tempore, revolutionem integram peragentium, vix magis probabilem esse, quàm à nobis concipi potest.

Etiam cum Naturæ Legibus minimè congruit Motus hic omnium Corporum cœlestium; nam, *si hæc rotentur*, circulos, quo- 1868. rum centrum Tellus occupat, Motu æquali, singulis diebus, percurrunt; id est, describunt areas, lineis ad centrum Telluris ductis, temporibus proportionales; & in Orbitis retinentur viribus, quæ ad centrum Telluris diriguntur (303.); & quibus, propter omnis actionis reciprocaionem (180.), Tellus etiam continuò illa *Corpora* versùs trahitur; ita ut *violentissimo Motu necessariò agitari* debeat; unde patet Motum diurnum non ad ipsa Corpora cœlestia referri debere, sed ad *Tellurem* circa axem rotatam.

Objiunt, qui Tellurem quiescere contenten- 1869. dunt, Corpora in Telluris superficie, ex vi centrifugâ, juxta tangentem ad circulum, Æquatori parallelum, debere à Tellure recede-

cedere (294.). Respondemus, Corpora eodem Motu cum superficie Telluris, in locis in quibus dantur, transferri; & ideò, respectu punctorum superficiei quibus respondent, conari recedere per lineas ad axem perpendiculares (299.); etiam Corpora gravitate ad centrum Telluris tendere (1835.); & ideò, Motu ex hisce ambobus composito, Corpus continuò, aut moveri, aut moveri conari (162. 179.); sed quia primus Motus respectu secundi est admodum exiguus, parum tantum à directione centrum versùs detorquetur grave, & paululum gravitas minuitur, eo magis, quo locus magis à Polo distat; quod cum Experientiâ congruit. In sequentibus etiam videbimus, ubi de Telluris Figurâ agemus, directionem memoratam gravium, ubique dirigi perpendiculariter ad Telluris superficiem, quæ non est exactè sphærica.

1870. Corpus, quod in altum projicitur, non modò Motu, quo projicitur, gaudet, sed etiam fertur Motu impresso illi, qui hoc projicit, aut Machinæ, ex quâ propellitur, id est, Motu communi cum puncto superficiei Telluris cui respondet fertur; ideòque in eadem lineâ, respectu superficiei Telluris translatae movetur, in quâ translatus foret si Tellus quiesceret.

CAPUT XIV.

De Densitate Planetarum.

Supereſt, antequam ad Syſtematis Explicationem Phyſicam tranſeamus, ut quantitates materiæ in quibuſdam Corporibus, & horum Denſitates, determinemus; quibus notis effectus Legum, quibus hæc Corpora reguntur, faciliùs patebunt.

Quantitates materiæ, in diverſis Corporibus, ſunt inter ſe, ut gravitates ad eandem diſtantiã ab hiſce Corporibus (1812.); quæ gravitates ſunt inter ſe inverſe, ut quadrata Temporum periodicorum Corporum revolutorum, circa varia illa Corpora, ad eandem illam diſtantiã (314.). Multiplicando quantitates, quæ ſunt in hac ratione, per eandem quantitatem, cubum nempe hujus diſtantiæ, non mutatur ratio harum quantitatum; quæ ergo ſunt inter ſe, ut quotientes diviſionum cubi memorati, per quadrata Temporum periodicorum memoratorum: ſed in Syſtemate planetario detegitur quotiens talis diviſionis, pro Corpore quocunque, dividendo cubum alterius diſtantiæ cujuſcunque, per quadratum Temporis periodici Corporis. ad hanc diſtantiã revoluti: Quotientes enim tales ſunt æquales inter ſe, pro omnibus Corporibus, circa idem, ad diſtantias quaſcunque, motis; ut ſequitur ex æqualitate rationis inter cubos diſtantiarum,

Tom. II.

L1

&

& quadrata Temporum periodicorum ad has distantias (1567.). Ex quibus deducimus,
 1872. *quantitates Materiæ in Corporibus quibuscunque, in Systemate nostro, esse inter se directè, ut cubos distantiarum ad quas, circa hæc, Corpora alia revolvuntur, & inversè ut quadrata Temporum periodicorum eorum Corporum revolutorum.*

Demonstrantur hæc, seponendo agitationem Corporis centralis, cujus materiæ quantitas quæritur.

Propter Solis magnitudinem, respectu Veneris (1568.) ex. gr., quem ex Planetis solum consideramus, vix ex hujus actione agitur ille (1844.); & Planeta hic potest considerari quasi motus circa Corpus quiescens.

Satellites Jovis & Saturni, Motu quidem communi cum Primariis feruntur, sed circa hos, quasi circa Corpora quiescentia, propter Primariorum magnitudinem, transferuntur.

Luna autem satis sensibilibiter in Tellurem agit, & hanc agit; quare antequam, ope Regulæ memoratæ cum Motu Lunæ computationem inire possimus, de conferendâ materiæ quantitate in Tellure, cum materiæ quantitativibus in Sole, Jove, & Saturno,
 1873. *determinanda est distantia, ad quam Luna, circa Tellurem quiescentem, id est, actione Lunæ non translata, revolvî posset, in eodem Tempore periodico, in quo revolutionem suam reverâ peragit. Hic etiam non attendimus ad Motum communem Telluri & Lunæ, quo circa Solem ambo feruntur.*

Luna in Motu suo circa Tellurem perseverat; ideo Tellus & Luna circa commune gra-

gravitatis centrum rotantur, ut ex demonstratis circa Tellurem & Solem (1866.) sequitur: Luna ergo, vi quâ Tellurem versus tendit, revolvitur in Orbitâ, cujus semi-diameter *est* distantia Lunæ à memorato 1874. communi centro gravitatis Lunæ & Telluris. Si Tellus quiesceret, & Luna distantiam suam ab hac servaret, in Orbitâ majori Luna moveretur, & majus foret Tempus periodicum; admotâ verò Lunâ ita, ut hujus centrum à centro Telluris detur ad distantiam *sexaginta semi-diametrorum*, Tempus periodicum idem esset cum Tempore revolutionis circa memoratum commune gravitatis centrum, ut in Scholiis Elem. demonstramus.

Hisce præmissis ipsam aggredimur computationem.

Distantia Veneris à centro Solis est 723. 1875. & Tempus periodicum 194 14 160". (1552.)

Quartus Satelles Jovis distat à centro Jovis partibus 12, 4775., quarum Venus à Sole distat 723.: hujus Satellitis Tempus periodicum est 144 19 29". (1564.)

Quartus Satelles Saturni distat à centro Saturni, partibus iisdem 8, 5107.; & Tempus periodicum est 137 76 74". (1555.)

Tandem distantia Lunæ 60. semi-diam. Telluris à centro hujus, est partium memoratarum 3, 054.; Tempus periodicum medium 236 05 80". (1563.)

Divisis singulis cubis harum distantiarum, 1876. respectivè per suorum Temporum periodicorum quadrata, dantur in quotientibus numeri, qui sunt inter se, ut materiæ quanti-

516 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

tates in dictis Corporibus centralibus (1872.): qui quotientes sunt inter se ut numeri sequentes, si Tellurem excipiamus, circa quam correctio adhibenda fuit; quia, ut jam monuimus (1833.), Solis actione gravitas Lunæ in Tellurem parte $\frac{1}{180,66}$ minuitur; quare quantitas materiæ detecta augenda fuit, juxta rationem 17966. ad 18066., quod fecimus.

1877. *Quantitates Materiæ*

in Sole; Jove; Saturno; Tellure; Lunæ.

10000. 9, 305. 3, 250. 0, 0512. 0, 0013.

1878. Ex Observationibus Astronomicis nota etiam est ratio, quæ datur inter diametros horum Corporum; & quarum partium Solis diameter continet 10000. diameter Jovis continet 997. Saturni 791. & Telluris 109.

1879. Si quantitates materiæ memoratæ per diametrorum quadrata dividantur, quotientes erunt inter se, ut pondera in superficiebus dictorum Corporum (1836.); sunt autem quotientes hi ut numeri sequentes.

1880. *Gravitates in Superficiebus*

Solis; Jovis; Saturni; Telluris; Lunæ.

10000. 936. 519. 431. 146.

1881. Dividendo hos numeros per diametros, habemus proportionem Densitatum eorundem horum Corporum. (1840.)

Quotientes, hisce divisionibus detecti, sequentium numerorum rationem habent.

1882. *Densitates*

Solis; Jovis; Saturni; Telluris; Lunæ.

10000. 9385. 6567. 39539. 48911.

Quæ

Quæ Lunam spectant, in Capite ultimo determinamus; sed illa hic adjecimus, ut facilius cum reliquis conferri possint.

Minimè probabile est, Corpora memorata quatuor homogenea esse; unde sequitur Densitates non exactè determinari posse, quare tantum *determinantur Densitates mediæ*, id 1883. est, *quas Corpora haberent, si, servatâ materiæ quantitate & magnitudine, Corpora forent homogenea.*

Proportio memorata (1882.), inter Densitates 1884. respectu omnium Corporum, & computationes reliquæ respectu Solis, Jovis, & Saturni, sensibili errore expertes sunt; quantum ad Tellurem, in his error fortè datur, corrigendus ex Observationibus, quibus distantia Telluris à Sole magis accuratè determinabitur. Ponimus enim distantiam Lunæ, 60. semi-diam., esse partium 3, 054, quarum Venus à Sole distat 723. (1875.), id est, quarum Tellus à Sole distat 1000. (1552. 1553.); quæ Lunæ distantia detegitur, ponendo Solis parallaxin horizontalem 10", 30", quæ tamen pro verâ absolutè haberi non potest, licet ex Observationibus exactissimis, de Martis, Telluri maximè vicini, parallaxi huc usque institutis, deducatur, sed quæ nimium est exigua, ut circa Observationes nulla erroris suspicio superfit (1706.).

Errorem tamen ex malè determinatâ ratione, inter semi-diametrum Telluris & hujus à Sole distantiam, non mutare determinatam Telluris Densitatem, ex ipsis computationibus circa hanc institutis (1876. 1879. 1881.), deducitur. 1885.

Ex hisce enim sequitur, Densitates Corporum esse inter se, in ratione compositâ ex directâ cuborum distantiarum Corporum quæ circumferuntur, & inversâ quadratorum Temporum periodicorum horum ipsorum Corporum revolutorum (1876.), ut & inversâ cuborum diametrorum Corporum centralium, quorum Densitates quærentur (1879. 1881.): ratio ex his composita, est composita ex ratione inversâ quadrati Temporis Corporis circumacti, & ratione directâ fractionis, cujus numerator est cubus distantiae Corporis revoluti, & denominator cubus diametri Corporis centralis. Fractio autem talis datur, si nota sit ratio inter diametrum Corporis centralis & distantiam Corporis revoluti ab hoc centro, licet hæc distantiae cum aliis non possint conferri; ratio autem hæc respectu Telluris & Lunæ, æquè ac respectu cæterorum Corporum datur; quare & Telluris Densitatis ratio ad reliquorum Corporum Densitates exactè detegitur.

C A P U T X V.

Totius Systematis planetarii Explicatio Physica.

In Parte primâ hujus Libri, Motus Corporum in Systemate planetario exposuimus, quomodo hi ex Legibus Naturæ (174. 176. 180. 1811. 1812. 1813.) sequantur, explicandum est; id est, quomodo, Corporibus
his

his semel motis, in Motibus quos observamus perseverent.

Concipiamus Solem & Mercurium: Si sibi permittantur, ad se mutuò accedent (1811.): Si autem projiciantur, poterunt circa commune gravitatis centrum, æqualibus temporibus, revolvi, & ellipticas lineas immobiles describere, & in illo Motu perseverare (1866. 320. 1813.); constat enim mathematicâ demonstratione, quam in Scholiis. Elem. damus, in hoc casu, Corpora circa commune centrum gravitatis describere Ellipses similes illi, quam unum circa alterum quiescens, iisdem viribus, posset describere, & Motus hosce æqualibus temporibus absolvi: centrum hoc gravitatis propter magnitudinem Solis (1568.), vix ab ipso Solis centro distat.

Concipiamus ulterius, ad majorem à Sole distantiam, Venerem projici, turbabit hæc paululum Mercurii Motum, qui etiam, actione suâ in Venerem, hanc paululum à viâ deflectet, & ambo Solem, nunc eandem partem versùs, nunc ad partes diversas, trahent; sed nunquam ita ad se invicem accedunt (1551. 1552.), ut mutua actio sensibilis sit, respectu actionis quâ Sol hæc Corpora ad se trahit; quare omnes hæ irregularitates insensibiles sunt, ut postea distinctiùs videbimus. Unde concludimus hæc tria Corpora tendere ad punctum in viciniâ Solis inter hæc Corpora; quod ergo parum admodum distat à communi centro gravitatis omnium.

Si successivè Tellus, Mars, & reliqui Pla-

netæ, ad distantias diversas à Sole, projiciantur, idem ratiocinium locum habebit.

1889. Unde sequitur, *omnes Planetas revolvī circa omnium Corporum, Systema componentium, commune centrum gravitatis*, quod parum à Sole distat: & Planetas sese mutuò sensibilibiter in
1890. Motibus non turbare: *singulosque lineas describere, quas circa Solem describerent, si quisque solus cum Sole in Systemate planetario existeret*, id est, Ellipses immobiles: nam has ex vi gravitatis describi constat (1813. 320.), nullasque alias lineas excentricas immobiles, à circulo parum differentes, ex vi centrali ad distantias æquales æqualiter agenti, describi posse vidimus. (329.)

Clarius etiam patebit, omnes Planetas ad punctum in viciniâ Solis tendere, si consideremus quantitatem materiæ in Sole millies, & magis, materiæ quantitatem in Jove, Planetarum longè maximo, superare. (1877.)

1891. Dum *Planete* omnes revolvuntur, licet parum tantum agitent Solem, hunc tamen *agitant*, & diverse trahunt, pro vario illorum situ inter se, unde Motus exiguus in Sole oritur, qui semper pendet à Motu jam acquisito, & mutatione in hoc ex actione memoratâ, quæ omnibus momentis mutatur.

1892. Hujus verò Solis agitationis effectus est, *Planetæ sese mutuò minus in Motibus ellipticis circa Solem turbare, quàm si Sol in medio Systematis quiesceret*. Jupiter, ex. gr., si æqualiter à Mercurio & Sole distet, æquali celeritate ad se trahet hæc duo Corpora (1844.), unde situs respectu Solis minus turbatur, quàm si Sol

Sol hoc Motu non agigaretur, & Mercurius solus ad Jovem tenderet: pro variis Mercurii & Solis à Jove distantis, unus aut alter magis attrahitur; & semper in situ respectivo minor mutatio datur, dum ambo eandem partem versùs feruntur, quàm si, Sole quiescente, Mercurius solus Jovem versùs moveretur.

Ratiocinium hoc ad omnes Planetarum magis à Sole distantium actiones, in minus distantes, applicari potest. Quod attinet horum actionem in illos, pro vario situ ad Solem trahunt Planetam, aut hunc à Sole separant, & integram considerando revolutionem respectivam, id est, Motum à conjunctione ad conjunctionem sequentem, turbatio minor est, quàm si Sol immobilis staret.

Magnitudo Solis, cum cæteris Corporibus Sy-1893. stematis nostri collati, in causâ est, ut ex ante demonstratis patet, parum Planetas sese mutuò turbare, cum tamen non infinita sit hæc magnitudo, non semper actiones mutuæ omnino contemnendæ sunt; idè non inutile erit quasdam de his computationes inire.

Diximus, Observationibus Astronomicis constare, Jovem viam Saturni mutare, ubi huic est proximus (1823.); quare hæc turbatio præ cæteris sensibilis sit, ex Lege gravitatis deducitur.

Actiones Jovis in Saturnum, quando huic 1894. est proximus, & Solis in eundem Planetam, qua hic in Orbitâ retinetur, sunt inter se directè ut quantitates materiæ in Jove & Sole (1812.); nempe ut 9,305. ad 10000. (1877.),

- & inversè ut quadrata distantiarum Jovis & Solis à Saturno (1813.); id est, directè ut quadrata numerorum 954. 434.; nam distantiae, Saturni & Jovis à Sole, sunt ut 954. ad 434. (1813.); quare, *ubi Jupiter Saturno est proximus*, distantiae hujus à Jove & Sole sunt in dictâ ratione. Ratio composita ex memoratis duabus est 45. ad 10000, aut 1. ad 222.; hæc *Jovis actio cum Saturni gravitate in Solem conspirat*, & idèò *hanc parte $\frac{1}{222}$ auget*: unde non mirum, turbationem sensibilem esse.
1896. Non consideramus hîc vim, quâ Jupiter Solem trahit, nam hac Orbita Saturni non mutatur, & explicandum erat quare Saturni Motum mutatum observent Astronomi; Actione tamen Jovis in Solem, magis ad Saturnum trahitur Sol, & situs respectivus horum Corporum magis turbatur, quàm Observationibus Astronomicis detegitur. Vis quâ Jupiter, in situ memorato, trahit Solem, & quâ idèò hic Saturnum versùs trahitur, est ad vim quâ Jupiter Saturnum trahit, ut quadratum numeri 434. ad 954. quadr. (1813.), id est, ut 31. ad 45., qui ultimus numerus exprimit vim, quâ Saturnus ad Jovem tendit, quando gravitas Saturni in Solem exprimitur per 10000. (1895.). Si colligamus in unam summam vires Jovis, quibus Saturnum & Solem trahit; erit vis, quâ, ex interposito Jove, hæc Corpora ad se mutuò tendunt, ad gravitatem Saturni in Solem, ut 76. ad 10000.; sed gravitas hæc est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut 10000. ad 3,25. (1812. 1877.;) quare *accessus mutuus So-*

Solis & Saturni, est ad augmentum bujus accessus ex actione Jovis interpositi, ut 10003. ad 76. aut, ut 131. ad 1. Hæc notabilis est, & omnium longè maxima, turbatio in Motu Planetæ primarii cujuscunque, hæc etiam in unico tantum casu locum habet; nam, recedente Jove à Saturno, brevi insensibilis est turbatio Motûs Saturni.

In eodem situ Jovis, Saturno proximi, 1898. hujus vis, licet in hoc casu sit omnium maxima, non æquè sensibilis est, ad viam Jovis circa Solem mutandam. Actio Saturni ad Jovem trahendum, est ad illius actionem, quâ Solem trahit, ut 954. quadr. ad 434. quadr. (1813.); celerius ergo Jovem trahit, & cum eandem partem versùs trahantur, differentia harum virium est vis, cum quâ ex Saturni actione, Jupiter & Sol à se mutuò separantur (400.); quæ ideo est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut differentia horum quadratorum ad ultimum, id est, proximè ut 72. ad 19. Hæc autem Solis gravitas in Saturnum est ad gravitatem Jovis in Solem, ut 3,25. ad 10000. (1812. 1877.), & ut 520. quadr. ad 954. quadr. (1813.), id est, ut 19. ad 19509.; est idcirco vis turbans Saturni ad Jovis gravitatem in Solem, ut 72. ad 19509. aut ut 1. ad 2703.; ita ex actione maximâ Saturni, par-1899. te tantum $\frac{1}{2703}$ minuitur gravitas Jovis in Solem, quæ turbatio insensibilis est.

Reliquæ Planetarum mutuæ perturbatio-1900. nes sunt multò minores; ut patebit determinando illam, quæ omnium harum reliquarum

rum maxima est, Jovis in Martem, quæ computatione simili præcedenti detegitur.

1901. Distantiæ Jovis à Marte & Sole, quando Mars inter hunc & Jovem in eâdem lineâ datur, sunt ut 3677. ad 5201. (1554. 1555.); quare vires, cum quibus Jupiter hæc Corpora trahit, sunt inversè ut horum numerorum quadrata (1813.), id est, proximè ut 2. ad 1., quarum virium differentia æqualis est ultimæ, id est, gravitati Solis in Jovem. Gravitatis hæc Solis in Jovem, est ad gravitatem Martis in Solem, ut 9,305. ad 10000. (1812. 1877.), & inversè ut quadrata distantiarum horum Planetarum à Sole (1813.), & est hæc ratio composita 1. ad 12512.; in quâ ergo ratione est vis perturbans Jovis ad gravitatem
1902. Martis in Solem. Quare *Martis gravitas in Solem, parte tantum $\frac{1}{12512}$ actione Jovis illi proximi minuitur.*
1903. Quantumvis perturbationes hæ, *ex actione Planetarum in se mutuo*, sint exiguæ, & licet, quæ in situ Planetarum diverso locum habent, quodammodo sese mutuo compensent, hisce tamen paululum mutatur ratio, juxta quam decrescit vis, quæ Planetas in Orbitis retinet, ita ut non exactè minuat in ratione inversâ quadrati distantiae; idcirco, licet sensibilibiter quiescant Orbitæ, *post multas revolutiones situs harum Orbitalium paululo mutatus observatur.* (324. 1523.)
1904. Ex hisce omnibus sequitur, Planetas in principio, ad distantias ad quas à Sole moventur, semel projectos, in Motibus, Legibus ante expositis, perseverare; Excentri-

tricitatemque Orbitalium pendere à celeritate, & directione primæ Projectionis. Motus autem hi diutissimè conservari possunt, propter Materiæ cœlestis exiguam Resistentiam. (1859.)

Patet etiam, quare lineis ad centrum Solis ¹⁹⁰⁵ ductis describant areas temporibus proportionales; quia nempe cæteræ gravitates in Systemate exiguæ sunt, respectu gravitatis Solem versùs (1890.); ideòque hac solâ in Orbitis retinentur Planetæ, unde hæc ararum proportio sequitur. (302.)

Motus etiam in lineis ellipticis, lentissi- ¹⁹⁰⁶ mè translatis, ex Lege gravitatis sequitur; hæ enim immobiles essent, si in Solem tantum graves essent Planetæ (320. 1813.), & ex actione mutuâ Planetarum lenta Orbium agitatio deducitur. (1903.)

Quod autem spectat proportionem, quæ ¹⁹⁰⁷ inter cubos distantiarum & Temporum periodorum quadrata observatur, sequitur hæc quoque ex gravitatis Lege (317. 1813.); ita ut si hisce addamus, quæ de deflexione Saturni diximus (1823. 1895.), nihil explicandum superfit, circa Motum Planetarum primariorum.

Cometarum Motus à Lege gravitatis pendere, ¹⁹⁰⁸ etiam ex Observationibus deducitur, & horum respectu, ut circa Planetas dictum, Solis gravitas prævalet, & hac gravitate à viâ rectâ deflectuntur (1573. 303.). Viæ autem curvaturam ab hac eâdem gravitate etiam pendere ex eo sequitur, quod Corpus ex hac gravitate describat aut Ellipsin, aut Parabolam

lam aut Hyperbolam (320. 322.); quales lineas descripsisse hos Cometas constat, quorum Trajectoriæ fuere determinatæ.

1909. *Satellites Jovis & Saturni circa Primarios iisdem Legibus moventur, quibus Primarii circa Solem rotantur* (1537. 1559. 1567.); quare Motuum horum Explicatio (1904.) ad illos etiam referri potest, nam in tribus hisce casibus, circa Solem, Jovem & Saturnum, dantur Corpora minora, ad varias distantias, circa Corpus multò majus revoluta.

1910. *Dum Secundarii circa Primarium rotantur, omnes Motu communi moveri posse*, clarum est; quo non turbantur Motus respectivi, quibus inter se agitantur, quia diversis impressionibus Corpus eodem Tempore ferri potest (178.); Motus Primario cum Satellitibus suis communis, est Motus Primarii circa Solem.

1911. *Turbantur tamen Secundariorum Motus ex Solis actione*, quem versùs pro vario situ nunc Primario celerius, nunc tardius, feruntur; plerumque etiam per directiones diversas in centro Solis concurrentes; hæ irregularitates, quæ exiguæ sunt, in Satellitibus Saturni & Jovis observari non possunt, licet revera similes sint illis, quæ in Motu Lunæ observantur; minima hujus deviatio nobis admodum est sensibilis; exactissimè autem Lunæ irregularitates ex theoriâ gravitatis sequi, in Capite sequenti patebit.

CAPUT XVI.

Motûs Lunæ Explicatio Physica.

Lunam & Tellurem semel projectas, cir-1912.
 ca commune gravitatis centrum in mo-
 tu perseverare posse constat (1886.), si im-
 pressionem communi quacunq̃ ferantur, per
 lineas rectas parallelas inter se, ut de Satel-
 litibus Jovis & Saturni dictum (1910.); Mo-
 tus hic non turbabit Motum circa centrum
 commune gravitatis, quod solum directio-
 nem hanc sequetur; quia respectu amborum
 Corporum quiescit. Corpora verò Motu
 composito, ex hac impressione, & Motu
 circa commune gravitatis centrum, feruntur
 (179.); id est, circa hoc translatum gyran-
 tur, ut circa idem quiescens ante hujus Mo-
 tum. Si omnibus momentis novæ impressio-
 nes, communes ambobus Corporibus, in
 hæc agant, poterit omnibus momentis mu-
 tari via centri gravitatis, quæ mutatio simi-
 lis erit illi, quam subirent Corpora ipsa, si
 Motu respectivo carerent.

Ex hisce deducimus, si dum Luna & Tel-1913.
 lus circa commune centrum gravitatis in
 gyrum moventur, ambæ projiciantur, viam
 centri gravitatis ex actione Solis, in utrum-
 que Corpus agenti, illam esse, quam Cor-
 pus, eodem modo projectum, circa Solem
 describere posset.

Unde sequitur *Lunam Motum Telluris tur-*1914.
bare,

bare, & centrum commune gravitatis horum Corporum describere Orbitam, circa Solem, quam huc usque à Tellure ipsâ descriptam diximus; quia ad actionem Lunæ huc usque non at-
1915. tendimus; Tellus autem describit curvam irregularem.

1916. Posito Sole in S; sit in F centrum com-
TAB. XVIII. mune gravitatis Lunæ Q, & Telluris M,
fig. 2. in Plenilunio: post integram Lunationem, id est, iterum in Plenilunio, sit hocce centrum in A; & sit FDA Orbita, quam Telluris vocamus, & in quâ memoratum centrum gravitatis reverâ movetur.

Sit Lunatio hæc divisa in quatuor partes æquales; post primam centrum gravitatis erit in E, Luna in P, Tellus in L; post præterlapsam secundam Temporis partem, in Novilunio centrum gravitatis erit in D, Luna in R, Tellus in I; in quadraturâ sequenti centrum gravitatis erit in B, Luna in O, Tellus in H; tandem in Plenilunio, posito centro gravitatis in A, Luna erit in N, Tellus in G: quæ omnia sequuntur ex Revolutione Telluris & Lunæ circa commune centrum gravitatis, dum hoc in Orbitâ circa Solem movetur.

Videmus ergo Tellurem moveri in curvâ MLIHG, quæ in singulis Lunationibus bis inflectitur; quæ curva etiam in se non redit; quia inflexiones, in variis Revolutionibus circa Solem, non coincidunt: quia duodecim Lunationes cum tertiâ parte circiter singulis annis absolvuntur.

1917. Irregularitas hæc Motûs Telluris, quæ ex
Lo.

Legibus Naturæ deducitur, *nimum est exigua, ut in Observationibus Astronomicis sensibilis sit*, aut ullo modo percipiatur; quare sine errore ponimus, centrum ipsum Telluris Orbitam FDA percurrere; nam MF , aut DI , distantia maxima Telluris ab hac Orbitâ, est circiter pars quadragesima distantiae MQ , quæ ipsa non est trecentesima pars distantiae FS .

Etiam, in explicandis quæ Lunam spectant, 1918. negligimus considerationem Motûs Telluris circa sæpius memoratum centrum gravitatis, sed ponimus illam revolvi ad distantiam à centro Telluris 60. semid.; quia, ut antea vidimus (1874.), ad hanc distantiam, in suo Tempore periodico, revolvi posset circa Tellurem quiescentem, aut translatam in Orbitâ, in quâ ex Lunæ actione non turbaretur. Multo facilius, hac methodo, Lunæ irregularitates deteguntur, quæ eadem sunt, ut facile patet, siue Luna circa commune centrum gravitatis Lunæ & Telluris, siue circa ipsum Telluris centrum, rotetur.

Sit Sol S , Tellus in T ; Lunæ Orbita 1919. ALB ; tandem detur Luna in A in quadratu-
 TAB XVIII.
 ra ; per AS Solem versùs tendit, eodem fig. 3. modo, & eadem celeritate, quâ Tellus, S versùs per TS fertur; quia distantiae AS & TS sunt æquales: repræsentetur celeritas hæc per TS aut AS , poterit actio, quâ Luna conatur descendere per AS , resolvi in duas, formato parallelogrammo $ADST$; ita, ut Luna conetur moveri per AD & AT , celeritatibus, quæ hisce lineis repræ-
 Tom. II. Mm sen

sentantur. (179.)

Pressione per AD agenti, Luna eâdem celeritate, & eandem partem versùs cum Tellure fertur; propter lineas parallelas & æquales TS & AD; quare ex hoc Motu relatio inter Lunam & Tellurem non mutatur; Pressio autem per AT cum gravitate
 1920. *Lunæ in Tellurem conspirat; & augetur gravitas hæc ex actione Solis, quando Luna in Quadraturis versatur: estque augmentum ad Telluris gravitatem in Solem, ut AT, Lunæ distantia à Tellure, ad TS, Telluris distantiam à Sole; Pressiones autem per AT & TS hisce ipsis lineis repræsentari, ex eo facile liquet, quod gravitates sint pressiones, quæ in Corpora mota ut in quiescentia agunt (187.); quæque ideò singulis momentis generant augmenta velocitatum in ratione ipsarum gravitatum (1812. 71.); in quâ eâdem ratione sunt ergo velocitates eodem Tempore genitæ.*

1921. *Manente TS, Telluris distantia à Sole, crescit & minuitur augmentum memoratum gravitatis in ratione lineæ AT, id est, distantia Lunæ à Tellure.*

1922. *Manente autem hac Lunæ distantia à Tellure AT, si augeatur TS, minor erit AT respectu TS; ideò, licèt non mutaretur vis, quâ Tellus & Luna Solem versùs cadunt; augmentum, de quo agimus, minus esset, & eo minus, quo major est TS, quia hæc, licet aucta, eandem tamen quantitatem repræsentaret; ideò augmentum erit inversè ut TS; vis autem gravitatis non manet,*

net, quando TS augetur, sed minuitur; quare & hac de causâ minuitur augmentum memoratum, & quidem in eâdem ratione cum hac vi gravitatis; idèdque in ratione inversâ quadrati distantiae TS (1813.); si hæc diminutio cum aliâ memoratâ conjungatur, videmus augmentum, de quo agimus, 1923. *Sequi rationem inversam cubi distantiae Telluris à Sole.*

Manente Telluris à Sole distantia, Lunæ gravitas in Tellurem lentius in Quadraturis decre- 1924.
scit, quàm pro ratione inversâ quadrati distantiae à Telluris centro; nam, si augmentum, in hoc casu, sequeretur inversam hanc rationem quadrati distantiae, quam sequitur gravitas ex Telluris actione (1813.), non turbaretur hæc ratio: augmentum verò crescit, dum gravitas ipsa minuitur; quare augmentum, quando distantia augetur, semper majus est, quàm requiritur, idèdque diminutio gravitatis minor.

Augmentum hoc computatione determi- 1925.
natur in mediis Lunæ à Tellure & bujus à Sole distantis: sint AT & TS hæc distantiae mediæ; est augmentum quæsitum ad gravitatem Telluris in Solem ut AT ad TS (1920.); est etiam hæc gravitas Telluris in Solem ad gravitatem Lunæ in Tellurem, (quia Corpora hæc hisce gravitatibus in Orbitis retinentur) directè ut TS ad TA, & inversè ut quadratum Temporis periodici Telluris circa Solem ad Tempus Lunæ circa Tellurem (315, 1845.): est idcirco augmentum quæsitum ad gravitatem Lunæ in Tellurem, in ratione

compositâ, ex hisce rationibus: *id est*, in ratione memoratâ inversâ quadratorum Temporum periodicorum Telluris & Lunæ, cæteris rationibus sese mutuò destruentibus. Tempora hæc dantur, & sunt inversè horum quadrata *ut* 1. *ad* 178,72.

1926. Sit nunc Luna in L , in quo situ Sol Lunam & Tellurem, per eandem lineam, ad se trahit, sed non æqualiter; Lunam majori cum vi, quia minus ab illo distat: differentia harum virium est vis, quâ Luna à Tellure retrahitur, & quâ gravitas Lunæ in Tellurem minuitur.

- Vires, quibus Luna in L , & Tellus in T , Solem versùs tendunt, sunt inter se ut quadrata linearum ST & SL (1813.), & differentia virium, id est vis turbans, est ad vim, quâ Tellus Solem versùs descendit, ut differentia horum quadratorum ad quadratum lineæ LS , id est, quàm proximè, ut dupla LT ad LS aut TS ; nam hæ lineæ parum admodum inter se differunt; &
1927. *differentia quadratorum, quorum radices parum inter se differunt, est, servatâ proportionē, dupla illius, quæ inter radices datur.*

1928. Si ergo TS , ut antea, repræsentet vim, quâ Tellus Solem versùs descendit, Ll repræsentabit vim turbantem & gravitatem minuentem, dum in Quadraturis vis turbans per AT repræsentatur. (1920.)

1929. Detur Luna in l ; iterum cum Tellure, per eandem lineam, à Sole attrahitur; sed, quia Tellus minus distat, celerius hæc Solem versùs movetur; ita, ut detur vis, quæ Tel-

Tellurem à Lunâ separat, differentia nempe virium Lunam & Tellurem trahentium (1926.) ; quæ vis cum gravitate Lunæ in Tellurem contrariè agit, & hanc minuit: eodem modo, ut ex majori gravitate Lunæ in Solem, positâ illâ in L , demonstratum fuit. In l etiam vis separans à vi separante in L vix differt; hæc enim, ut vidimus, proportionalis est differentiæ quadratorum linearum TS & LS , & illa, ut simili demonstratione evincitur, differentiæ quadratorum linearum lS & TS ; quæ differentiæ, propter exiguam Ll respectu TS , vix inter se differunt; ita, ut vis, quæ minuit gravitatem Lunæ in l , etiam repræsentetur per Ll .

Major tamen paululum est vis perturbans in 1930.
Conjunctione in L , quàm in Oppositione in l ;
 nam, positis differentiis æqualibus inter radices, quadrata, servatâ proportione, eo magis differunt, quo minora sunt; & sic, servatâ proportione, magis differunt vires in L & T , quàm in T & l , quæ etiam minores sunt. (1813.)

Concludimus ex his, *vim quæ in Syzygiis* 1931.
gravitatem Lunæ minuit, duplam esse illius, quæ banc auget in Quadraturis; nempe ut Ll ad AT . Quare, in Syzygiis, Lunæ gravitas ex actione Solis minuitur parte, quæ est ad totam gravitatem, ut 1. ad 89,³⁶; nam in Quadraturis augmentum gravitatis est ad ipsam, ut 1. ad 178,⁷². (1925.)

In Syzygiis vis perturbans sequitur eandem 1932.
proportionem cum semisse hujus, id est, cum

534 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

vi perturbante in Quadraturis (1931.); est ergo directè ut distantia Lunæ à Tellure (1921.), & inversè ut cubus distantiae Telluris à Sole. (1923.)

1933. In Syzygiis gravitas Lunæ in Tellurem, in recessu illius ab hujus centro, magis minuitur, quàm juxta rationem inversam quadrati distantiae ab hoc centro; in hac enim ratione minueretur, si vis ablatitia perturbans illam inversam sequeretur rationem; cùm autem hæc contra crescat, quando distantia augetur (1932.), semper diminutio major est, quàm juxta rationem inversam quadrati distantiae.

1934. Tandem sit Luna in F, loco quocunque intermedio inter Quadraturam & Syzygiam, Solem versùs trahitur per FS; à quo cùm minus distet, quàm Tellus T, majori cum vi quàm Tellus trahitur: Sit vis, quæ Luna ad Solem tendit, ad vim, quæ Tellus ad eundem fertur, ut FM ad TS, quæ etiam in præcedentibus eandem Telluris gravitatem designat. Formetur parallelogrammum FHMI, cujus diagonalis sit FM, & cujus latus FH sit parallelum, & æquale, lineæ TS. Gravitas Lunæ Solem versùs resolvitur in duas vires, unam per FH, alteram per FI; & hæ lineæ designant pressiones, quibus Luna per ipsas moveri conatur (179.). Actio per FH communis est Lunæ & Telluri, quæ, æquali vi, per lineam huic parallelam, etiam ad Solem tendit; ita ut, hoc Motu Lunæ, hujus situs respectu Telluris non mutetur, & vis perturbans sit sola pressio per FI.

Pro-

Propter immensam Solis distantiam, pars MS lineæ MF exigua est respectu totius; & angulus FST, ubi maximus est, ut AST, vix sextam unius gradus partem superat: unde sequitur, lineas MI & SN admodum esse vicinas, punctaque I & N vix distare, & sine errore sensibili posse confundi; qui tamen error, quantumvis sit contemnendus, in consideratione integræ revolutionis, compensatur errore contrario, positâ Lunâ in E. Vis ergo perturbans designatur per FN.

Notandum, quando lineæ ES sola pars EF 1935. consideratur, hanc pro parallela haberi lineæ LI, propter exiguum angulum, quem hæ lineæ efficiunt.

Ex puncto N ducatur perpendicularum NQ 1936. ad lineam FT, continuatam si necesse fuerit, per quam Luna in Tellurem gravitat; & construatur parallelogrammum FPNQ rectangulum; concipiamus vim per FN resolutam in duas, per FQ & FP agentes, & hisce lineis repræsentatas (179.): Actione per FQ, gravitas minuitur, in casu hujus figuræ; augetur, quando punctum Q inter F & T cadit: Pressione autem per FP Luna in Orbitâ trahitur Syzygiam vicinam L versùs, & acceleratur aut retardatur Lunæ Motus, prout vis hæc cum Motu Lunæ conspirat, aut contrariè agit.

In viciniis Syzygiæ minuitur Lunæ gravitas, & lineæ FQ, quæ diminutionis hujus proportionem sequitur, minuitur recedendo à Syzygiâ, donec evanescat ad distantiam ab

Mm 4

hac

hac 54. gr. 44'.; ad majorem Lunæ à Syzygiâ distantiam Q inter F & T cadit, & ex Solis actione gravitas Lunæ in Tellurem augetur.

Vis per FP in Syzygiâ L nulla est; recedendo ab hac augetur ad octantem usque, punctum medium inter Syzygiam & Quadraturam; minuitur iterum, donec in B etiam nulla sit.

1937. Inter B & l, aut l & A, Motus perturbantes eodem modo determinantur, ac in parte oppositâ inferiori ALB Orbitæ; in E & F æqualis est gravitatis diminutio, & in illo situ æquali vi in Orbitâ Syzygiam l versùs trahitur, quâ in F Syzygiam L versùs pellitur.

1938. Ex hisce sequitur, in Motu Lunæ à Syzygiâ ad Quadraturam, inter L & B ut & l & A, gravitatem Lunæ in Tellurem continuò augeri & Lunam in Motu continuò retardari.

1939. In Motu autem à Quadraturâ ad Syzygiam, inter B & l ut & A & L, minuitur omnibus momentis Lunæ gravitas, & bujus Motus in Orbitâ acceleratur.

Determinantur vires, à quibus effectus hi pendent, conferendo has cum vi notâ, quâ gravitas in Quadraturis augetur (1925.), & quæ per Lunæ distantiam à centro Telluris repræsentatur.

1940. Lineæ MI, HF, ST, ex constructione sunt æquales; ideò, cum puncta I & N confundantur, MN valet ST, & MS æqualis est NT. Lineæ MF & ST repræsentant vires, quibus Luna in F & Tellus in T Solem

lem S versus feruntur; sunt ergo ut quadratum lineæ TS ad quadratum lineæ FS (1813.); quare, cum FG sit differentia harum linearum, differunt inter se FM & TS duplâ GF (1927.), & addendo GF lineæ FM, differentia inter GM & TS, id est MS, erit tripla lineæ FG; quantum ergo etiam valet NT: FE autem est dupla FG (1935.); ideo NT ad FE ut tria ad duo.

Continuetur FT, si necesse fuerit, & ad hanc, ex E, ducatur perpendicularis EV; Triangula EVF, & NQT, rectangula, erunt similia, propter angulos alternos VFE & QTN (1935. 29. El. 1.): Idcirco NT ad FE, id est, tria ad duo, ut NQ, æqualis FP, ad EV; quæ ergo proportionalis est duabus tertiis partibus vis, quæ exprimitur per FP; sed EV est sinus anguli ETV ad centrum, dupli anguli EFV ad circumferentiam (20. El. III.), æqualis angulo FTL, distantiae Lunæ à Syzygiâ. Idcirco, *ut Ra-1941. dius, TA, aut TE, ad sesqui-sinum duplæ distantiae Lunæ à Syzygiâ, nempe ad FP, ita augmentum gravitatis in Quadraturis, quod Radio TA designatur, ad vim, quæ Motum Lunæ in Orbitâ accelerat aut retardat.*

Computatio diminutionis gravitatis, &, in minori distantia à Quadraturis, hujus augmenti, ex iisdem principiis deducitur.

Repræsentatur hæc diminutio lineâ FQ, ^{1942.} quæ valet QT, demto Radio; sed, ex consideratione triangulorum memoratorum, sesqui VF, valet QT; ideo sesqui VT, addito dimidio Radio, designat diminutionem

Mm 5 gra-

1943. *gravitatis quæsitam; & Radius est ad summam aut differentiam sesqui-cosinûs duplæ distantie Lunæ à Syzygiâ & dimidii Radii, ut augmentum gravitatis in Quadraturis ad diminutionem, aut augmentum, gravitatis in situ Lunæ, de quo computatio initur.*

Differentiâ inter co-sinum & dimidium Radium utimur, quando angulus, cujus est co-sinus, angulum rectum superat: quia in hoc casu utimur co-sinu complementi anguli ad duos angulos rectos; quando in hoc eodem casu sesqui-cosinus, quo utimur, semi-radium superat, quantitas detecta est additicia, id est, gravitatem auget, quod ubique inter Quadraturam & 35. gr. 16'. ab hac obtinet.

1944. *Vires hæ, quæcunque fuerit Orbitæ lunaris figura, exactè determinantur; nam conferuntur cum augmento gravitatis in Quadraturis, positâ Lunâ in quadraturâ ad eandem distantiam à Tellure, ad quam reverâ datur in loco, de quo agitur; augmentum verò hoc in omni casu detegitur. (1925. 1923. 1921.)*

Licet extra scopum hujus Operis sit, computum Motûs Lunæ tradere, necesse duxi breviter exponere, quâ methodo vires, quibus Luna regitur, detegantur; quia eo facilius effectum generalem virium concipimus, quo exactius ipsas novimus.

1945. Ut nunc Motum Lunæ examinemus, singulatim hujus variæ Irregularitates perpendendæ sunt; quod ut sine confusione fiat, plerasque in initio hujus examinis removemus Irregularitates, & concipimus Lunam in circulo motam circa Tellurem, in quâ curvâ
re-

retineri posse ex gravitate constat (330. 1813.).
Concipimus quoque, Orbitam Lunæ in plano
Eclipticæ dari.

Ex actione Solis turbatur hic Motus, &
Orbita magis convexa est in Quadraturis, quam 1946.
in Syzygiis. Nam curvæ, à Corpore vi cen-
trali descriptæ, convexitas eo major est, quo
vis centralis majori cum vi Corpus omnibus
momentis ex viâ detorquet; etiam eo major
est, quo Corpus lentius movetur, quia vis
centralis diutius agens majorem edit effectum
in inflectendâ Corporis viâ. Ex causis contra-
riis minuitur convexitas curvæ. Ambæ concur-
runt in augendâ Orbitæ convexitate in Qua-
draturis (1938.), & hac minuendâ in Syzygiis
(1939.).

Ex his sequitur, circulem Orbitæ lunaris
figuram in ovalem mutari, cujus major axis
per Quadraturas transit; ut partes magis con-
vexæ in Quadraturis dentur. Quare *Luna mi-* 1947.
nus à Tellure in Syzygiis, magis in Quadraturis,
distat; & non mirum Lunam ad Tellurem in
Syzygiis accedere, licet gravitas hujus mi-
nuatur; quia accessus non est effectus imme-
diatus hujus diminutionis, sed inflexionis Or-
bitæ Quadraturas versùs.

Motus Lunæ, sublatâ Solis actione, non
est in circulo, sed Ellipsi, cujus Focorum
alter cum Telluris centro coincidit (1560.
320. 1813.); nam Orbita Lunæ est excentri-
ca, & vi gravitatis in hac retinetur.

Demonstrata ergo non exactè ad Motum
Lunæ applicari possunt; cùm autem vires,
quæ deviationes explicatas generant, in Lu-
nam

1948. nam reverâ agant, Ellipsis, quam Luna sublato Sole describeret, mutatur, & cæteris paribus, *Propositiones n. 1946. 1947. ad Lunæ Motum applicari possunt.* Id est, Ellipseos (quam Luna sublato Sole describeret, in quocunque situ respectu Solis detur,) figura, posito Sole, mutatur paululum; partes, quæ in Quadraturis dantur, convexiores fiunt, contra, quæ per Syzygias transeunt, ex convexitate amittunt; unde etiam variationes in distantis necessario sequuntur.

1949. *In Quadraturis & Syzygiis*, vis perturbans cum vi gravitatis Tellurem versùs, in eadem lineâ agit (1920. 1926. 1929.); ideòque vis, quæ continuò in Lunam agit, & hanc in Orbitâ retinet, ad centrum Telluris dirigitur, & Luna describit areas, lineis ad hoc centrum ductis, *Temporibus proportionales* (302.).

1950. *In aliis Orbitæ punctis*, ut F, præter vim, quæ in lineâ FT agit, datur & alia, cujus directio ad FT est perpendicularis (1936.), quæ hic per FP repræsentatur: directio vis ex ambabus composita dirigitur paululum ad latus lineæ FT, & non tendit ad Telluris centrum (162.); quare *areae, lineis ad centrum Telluris ductis, non sunt exactè Temporibus proportionales* (303.). In Octantibus FP est omnium maxima; & vis, quæ per hanc lineam repræsentatur, est ad gravitatem Lunæ Tellurem versùs, in hoc puncto, in mediis Lunæ & Solis distantijs, ut 1. ad 119, 15. (1941.); quare directio vis compositæ, ex actionibus Solis & Telluris in Lunam, cum lineâ FT efficit angulum circiter semi-gradus.

Va-

Variis Irregularitatibus aliis subjicitur Motus Lunæ, ita ut curvam omninò irregularem describat; quam ut computationibus, quantum fieri potest exactissimis, subjiciant, ad *Ellipsin* reducant *Astronomi*, quam *variis Motibus* agitatum, etiam mutabilem, concipiunt, ne Luna hanc deferat. 1951.

Circa vires centrales notavimus, Corpus non describere Ellipsin, si vis centralis, quâ in Orbitâ retinetur, in aliâ ratione decrescat, quàm in ratione inversâ quadrati distantiae; curvam tamen sæpe posse reduci ad Ellipsin mobilem (324.): quæ circa Focum rotatur, & cujus Motus aliquando eandem partem versus, cum Motu Corporis (325.), aliquando in contrariam partem, fertur (326.).

Ex hisce sequitur, Lunæ Orbitam ad ellipticam referri non posse, nisi quatuor Motibus singulis revolutionibus hanc agitatum concipiamus; id est, nisi linea Apfidum, (id est, major Axis Ellipseos) quæ per centrum Telluris transit, bis progrediatur, & bis regrediatur.

Progrediuntur Apfides Lunâ in Syzygiis versante (325. 1933.) aut potius in Motu Lunæ inter puncta à Syzygiis 54. gr. 44'. distantia (1943.). *In Quadraturis*, & inter puncta ab his distantia 35. gr. 16', *Apfides regrediuntur*, id est, in antecedentiâ moventur (326. 1934. 1943.). 1952.

Vires, à quibus *Progressus* & *Regressus Apfidum* pendent, sunt vires Motum Lunæ turbantes, antea explicatæ; ideò, cum vis turbans in Syzygiis sit dupla vis turbantis in Qua- 1954.

Quadraturis (1931.), Progressus, qui etiam per majorem arcum locum habet (1952. 1953.) *integrâ consideratâ Lunæ revolutione, Regressum superat, cæteris paribus.*

In circulo, cujus centrum in centro virium datur, diminutio vis, in recessu à centro, nullum edit effectum, quia non à centro recedit Corpus; Idcirco effectus diminutionis hujus est eo major, quo cum tali circulo magis differt curva, quam Corpus describit.

In Orbitâ ellipticâ, cujus Focorum alter 1955. cum virium centro coincidit, curvatura in *Apsidibus* omnium maximè à tali circulo differt, & effectus diminutionis vis in recessu à virium centro, est omnium maximus.

1956. Si Orbita hæc parum fuerit excentrica, in extremitatibus axeos minoris parum admodum curvatura circuli memorati differt à curvaturâ Ellipsis respectu Foci, & diminutionis effectus est omnium minimus.

1957. Progressus, & Regressus, *Apsidum* pendent à proportionem, juxta quam decrescit vis gravitatis recedendo à Telluris centro (325. 326.); est ideo effectus diminutionis vis centralis.

1958. Varias subit mutationes explicatus *Apsidum* Motus: omnium celerrimè progrediuntur *Apsides*, in Lunæ revolutione, posita *Apsidum* *Lineâ* in Syzygiis (1952. 1957. 1955.); & in hoc ipso casu omnium lentissimè, in eadem revolutione remeant (1953. 1957. 1956.); quia, propter exiguam Lunæ Excentricitatem, parum, ab extremitatibus axeos minoris Orbitæ, distant Quadraturæ.

Posita lineâ Apsidum in Quadraturis, omnium 1959.
minimè in Syzygiis in consequentiâ feruntur Apsides (1952. 1957. 1956.); *celerrimè autem redeunt in Quadraturis* (1953. 1957. 1955.); & *in hoc casu, in integrâ Lunæ revolutione Regressus Progressum superat.*

Dum Tellus in Orbitâ transfertur, lineâ Apsidum successivè omnes acquirit situs respectu Solis; quare, *plurimis revolutionibus* 1960. *Lunæ simul consideratis, progrediuntur Apsides* (1954.), & ex Observationibus constat, in spatio circiter octo annorum lineam Apsidum integram peragere revolutionem.

Orbitæ Excentricitatem etiam inconstantem esse diximus.

Augetur Corporis Excentricitas, si vis centra- 1961.
lis, continuâ diminutione, celerius quàm ante decrescat; tunc enim dum Corpus ab Apside imâ ad Apsidem summam transfertur, omnibus momentis, minus trahitur, quàm si vis minus decresceret, quare magis recedit; augetur etiam eadem Orbitæ Excentricitas, in eodem casu, in Motu ab Apside summâ ad imam, quia in hoc casu, accessu ad centrum, celerius crescit vis; ita ut in utroque casu differentia inter maximam & minimam distantiam à centro virium major fiat, ideòque Excentricitas augeatur. Simili ratiocinio patet *Excentricitatem minui, quando vis centralis len-* 1962.
tiâs decrescit, quàm ante, in recessu à centro.

Hiscæ ad Motum Lunæ applicatis, patet: *Orbitæ Excentricitatem, singulis revolutionibus,* 1963.
varias subire mutationes, augeri dum Luna per Syzygias transit (1933. 1961.), *minui dum in*
 Qua-

Quadraturis versatur (1924. 1962.). *Est verò Excentricitas omnium maxima, positâ lined Apsidum in Syzygiis*; quia in integrâ revolutione, causa quæ auget Excentricitatem est omnium maxima, & quæ hanc minuit omnium minima; in Apsidibus collatis, celerius decrescit vis centralis quàm pro ratione inversâ quadrati distantiae (1933.), unde augmentum hoc sequitur (1961.), quod in hoc situ prævalet (1955.) *Orbita verò omnium minimè est excentrica, versante lined Apsidum in Quadraturis*, prævalente diminutione Excentricitatis (1924. 1962.).

Lunam diximus moveri in plano ad Eclipticæ planum inclinato; lineam Nodorum rotari in antecedentiâ (1563.), & inconstantem esse Orbitæ Inclinationem (1562.); effectus hi ex actione Solis in Lunam etiam deducuntur.

Propter exiguam Orbitæ lunaris inclinationem, vires, quas huc usque in plano Eclipticæ agentes, non attendendo ad Orbitæ Inclinationem, consideravimus, sine sensibili errore ad Orbitæ planum referuntur, & Luna, in hoc, Motibus ante explicatis subjicitur: Sed datur vis, quæ Lunam ex plano Orbitæ removet; ita ut hoc planum agitated concipere debeamus, ne Luna Orbitam deferat. (1951.)

1965. Sit Luna in F; attendendo ad illa, quæ de actione Solis superius dicta sunt (1934.), -liquet planum parallelogrammi F H M I per lineam T S transire, quæ centra Solis & Telluris jungit, & quæ ideo in plano Eclipticæ da-

TAB. XVIII.
fig. 3.

datur; ita ut punctum N , ad quod dirigitur vis FN turbans ex actione Solis, in hoc plano detur.

Repræsentetur hæc eadem vis per FI ; in 1966.
 F ad Orbitæ planum detur perpendicularis FR , & concipiatur parallelogrammum $FRli$, TAB. XVIII.
 cujus latus Fi in plano Orbitæ detur, & cujus diagonalis sit FI ; vis turbans per FI resolvitur in duas, per FR & Fi , quas hæc Lineæ repræsentant (179.), & quarum hæc in plano Orbitæ agit: ita ut ad hanc debeamus referre, quæ spectant vim turbantem, de quâ in n. 1934. egimus; lineæ enim Fi & FI vix differunt, & planum parallelogrammi $FRli$ ad planum Orbitæ lunaris est perpendiculare. fig. 4.

Determinanda est linea FR , quæ repræ- 1967.
 sentat vim, quæ ad planum Orbitæ perpendiculariter agit, & Lunam ex hoc plano removet; ratio autem lineæ FR , aut li , ad Radium ET , est ratio vis turbantis, de quâ hic agitur, ad augmentum gravitatis in Quadraturis (1919.).

In casu hujus figuræ, in quâ lineâ Nodo- 1968.
 rum Nn in Quadraturis versatur, detegitur FR ; quia IT (quæ est NT fig. 3.) datur (1940.), & quia IT ad li , aut FR , ut Radius ad sinum Inclinationis Orbitæ.

Sed in omni casu determinanda est vis, quæ 1969.
 Lunam ex plano pellit; ponamus ideò lineam Nodorum translatam ad situm Mm , quo, cæteris manentibus, mutatur li . Ad mM , continuatam, si necesse fuerit, dentur perpendiculares iX & lX , quæ angulum efficiunt æqualem Inclinationi plani Orbitæ.

Tom. II.

Nn

Ra-

1970. Ratio inter ET & Ii , id est ratio inter augmentum gravitatis in Quadraturis & vim, quam quærimus, quæ Lunam ex plano Orbitæ removet, est composita ex rationibus lineæ ET ad TI , lineæ TI ad IX , & tandem lineæ IX ad Ii . Prima est ratio inter Radium & sinum distantiae Lunæ à Quadraturâ triplicatum (1940.); secunda est ratio Radii ad sinum anguli ITX , id est, distantiae Nodi à Syzygiâ; tertia tandem est ratio Radii ad sinum Inclinationis Orbitæ: & ratio ex his composita, est ratio cubi Radii ad ter productum sinuum distantiarum Lunæ à Quadraturâ, & Nodi à Syzygiâ, ut & Inclinationis plani. Ad hanc vim etiam referendus n. 1944.
1971. Vis hæc in Quadraturis nulla est, quia punctum I cum puncto T , centro Telluris, coincidit, & evanescit linea Ii , lineis FI & Fi concurrentibus, in plano Orbitæ; quod etiam ex computatione memoratâ (1970.) sequitur; evanescente sinu distantiae Lunæ à Quadraturâ; ideòque toto producto, quod per sinum hunc multiplicatur.
1972. Evanescit idem hoc productum, & cum hoc vis, quam repræsentat, evanescente sinu distantiae Nodi à Syzygiâ, id est, positâ lineâ Nodorum in Syzygiis; etiam hoc ex eo deducitur, quod linea Nodorum Nn continuata per Solem transit; quare Sol in ipso plano Orbitæ datur; ideòque Lunam, nisi in hoc plano trahere non potest.
1973. Vis etiam, quam examinamus, augetur in accessu Lunæ ad Syzygiam, & in recessu Nodi ab hac. (1970.)

Sit

Sit Pp planum Eclipticæ; PA Orbita Lu- 1974.
 næ; ubi Luna ad A pervenit, id est paulu- TAB. XVIII.
 lulum à Nodo recessit, ex plano Orbitæ re- fig. 5.
 movetur, & in secundo momento non per
 AB , continuationem Orbitæ PA , sed per
 Ab fertur; quia per Bb ad planum Eclipti-
 cæ accedit; itaque movetur, quasi ex Nodo
 magis distante p procederet. Unde patet No- 1975.
dos regredi, dum Luna in Orbitâ movetur, quam-
 diu à Nodo recedit: etiam remeant Nodi in
 accessu Lunæ ad Nodum oppositum; quia
 cùm Luna continuò ex Orbitâ planum Ecli-
 pticæ versùs pellatur, continuò ad punctum
 minus distans dirigitur, & citiùs ad Nodum
 pervenit, quàm si, tali Motu non agitata,
 eâdem celeritate in Motu continuasset.

Integram considerando Lunæ revolutionem, cæ- 1976.
teris paribus, celerrimè in antecedentia moventur
Nodi, versante Lunâ in Syzygiis (1973.), dein-
de lentiùs atque lentiùs, donec quiescant, ver-
sante Lunâ in Quadraturis (1971.).

Dum Tellus circa Solem rotatur, etiam
 non attendendo ad Motum statim memora-
 tum Nodorum, *linea Nodorum* successivè o- 1977.
 mnes situs possibiles acquirit, respectu Solis:
 &, *singulis annis, bis per Syzygias, bis per*
Quadraturas transit.

Si nunc plurimas consideremus Lunæ revolu- 1978.
 tiones, Nodi in integrâ revolutione celerrimè re-
 meant, *versantibus Nodis in Quadraturis (1973.)*
dein lentiùs, donec quiescant, positâ lineâ Nodo-
rum in Syzygiis (1972.).

Hac eâdem vi, quâ Nodi moventur, mu-
 tatur etiam Orbitæ *Inclinatio*; *augetur in re-* 1979.
 N n 2 cessu

cessu Lunæ à Nodo; minuitur in accessu ad Nodum.

1980. Angulus enim bpL , minor est angulo APL , & eâdem de causâ continuò minuitur, & Inclinationo major fit; ubi autem Luna ad maximam distantiam à plano Eclipticæ pervenit, & ad Nodum oppositum accedit, continuò directio motûs Lunæ planum Eclipticæ versùs inflectitur, & minus ad hoc inclinatur, quàm si in Orbitâ Motum continuaret: sit Nnn planum Eclipticæ, curva Nn Orbita Lunæ; vi quâ Luna continuò ex hac removetur, mutatur Lunæ via, & percurrit curvam Nn , quæ magis ad Nnn in N inclinatur, quàm in n , ita ut plani Orbitæ Inclinationem bis mutatam concipere debeamus (1964.), dum à Nodo ad Nodum movetur

1981. Luna: ideòque quater *in singulis Lunæ revolutionibus; bis minuitur, bis iterum augetur.*

TAB. XVIII. 1982. *Positis Nodis N, n , in Quadraturis, vires*
fig. 4. *quæ in unâ revolutione augent Inclinationem, & hanc minuunt, sunt æquales inter se; nam propter æqualem distantiam utriusque Nodi à Syzygiis, vires Inclinationem mutant in ND & nE sunt æquales viribus, in punctis respondentibus, in Dn & EN (1970.); illis *Inclinatio* augetur, his minuitur (1979.): diminutio anguli Inclinationis ex primis, secundarum actione instauratur, & hic *non mutatur.* In Motu memorato (1977.) lineæ Nodorum respectu Solis, qui à situ parallelo lineæ hujus pendet, Nodus N ad Syzygiam E fertur. Ubi ex gr. linea Nodorum pervenit ad situm Mm , Luna in recessu à Nodis*

dis transit per Quadraturas N, n, in quibus vis, quæ Inclinationem mutat nulla est (1971.), & in quorum viciniis omnium est minima (1970.): in accessu autem ad Nodos ubique Luna à Quadraturis distat, & vis major in hanc agit (1970.); ideòque *integram considerando revolutionem*, au- 1983.
gmentum anguli Inclinationis superat hujus diminutionem (1979.); id est augetur ille angulus, aut quod idem est *minuitur Inclinationis*; quod ubique obtinet in *Motu Nodorum à Quadraturis ad Syzygias*.

Ubi ad Syzygias pervenire Nodi, Inclinationis pla- 1984.
ni Orbitæ est omnium minima; nam in *Motu No-* 1985.
dorum à Syzygiis ad Quadraturas, magis ac magis continuo inclinatur Orbitæ planum; in hoc enim casu in accessu ad Nodum per Quadraturas transit Luna, in recessu ab his distat à Quadraturis, & in *integrâ Lunæ revolutione*, vis, quæ Inclinationem auget, superat illam, quæ hanc minuit (1971. 1979.); idcirco *augetur Inclinationis*; & est omnium maxima *versantibus Nodis* 1986.
in Quadraturis, ubi terminatur diminutio anguli à plano Orbitæ cum plano Eclipticæ effecti (1982.).

Omnes, quos explicavimus, errores in *Motu* 1987.
Lunæ paululum majores sunt in Conjunctiōe
quàm in Oppositione (1930.).

Determinantur vires omnes perturbantes: dete- 1988.
gendo harum retionem ad augmentum gravitatis in Quadraturis (1941. 1943. 1970.); quare omnes easdem mutationes subeunt cum hoc augmento, id est, *sunt inversè, ut cubus distantie Solis à Tellure* (1923.); *qua manente, sunt ut distantia Lunæ à Tellure* (1921.). Omnes vires 1989.

N n 3

per.

perturbantes simul considerando, prævalet gravitatis diminutio (1931.); quod ex progressu Apfidum (1563. 1960.) immediate sequitur; nam ex hoc patet, plurimis simul consideratis revolutionibus, effectum diminutionis gravitatis superare effectum augmenti (324. 325.).

1990. Ergo *Motu Lunæ generaliter considerato, minuitur gravitas Lunæ in Tellurem accessu Solis* (1989. 1988.); ideòque, cum minus à Tellure trahatur, ab hac magis recedit, quam recederet, si talis gravitatis diminutio non daretur; augetur ergo in hoc casu Lunæ distantia, etiam *Tempus periodicum* (301.); & *Tempus hoc maximum est, ut & distantia Lunæ, cæteris paribus, maxima, versante Tellure in Perihelio* (1529.), quia omnium minimè à Sole distat.

C A P U T XVII.

De Planetarum Figuris.

- S**i ad Planetarum Figuras attendamus, talibus illos præditos detegimus, quæ ex ipsis, quibus Systema regitur, Legibus sequuntur; ordini mirabili, quem ubique observamus, admodum congruum est; nullas in Planetas agere vires ad hos destruendos; id est, *illam esse Planetæ, sive primarii, sive secundarii, Figuram, quam acquireret, si totus ex materia fluida constaret; quod cum Phænomenis congruit.*
1992. Unde sequitur *Planetas omnes primarios, &*
 1993. *se-*

secundarios, esse sphaericos; constant enim ex materiâ, cujus particulæ in se mutuò graves sunt (1811. 1812.); ex qua mutuâ attractione Figura sphaerica generatur, eodem modo ac gutta fit sphaerica ex aliâ partium attractione (42.).

*Figura hæc sphaerica Planetarum ex Motu cir-1994.
ca Solem, aut Secundariorum circa Primarios,
non mutatur; quia singulæ particulæ eodem
Motu feruntur: Motu autem circa axem mu-
tationem Figura subit, eo majorem, quo Mo-
tus hic celerior est. Vi enim centrifugâ Cor-1995.
pora leviora fiunt sub Æquatore; quare, ut in
Scholiis Elem. demonstramus, altior ubique
est Planeta sub Æquatore, quàm sub Polis,1996.
& acquirit ex Motu circa axem, Figuram Sphae-
roidis depressi in Polis; altitudo enim continuò
minuitur, accedendo ad Polum; quia vis cen-
trifuga minuitur, propter imminutam distan-
tiam ab axe (310.).*

*Si demonstrata cum Phænomenis conferan-
tur, patebit quare omnia Corpora sint sphaeri-
ca in Systemate nostro (1518.); hanc tamen
Figuram non esse exactam, & Motibus circa
axes paululum mutari (1996.), licet in ple-
risque hoc non percipiatur, ex Observationi-
bus Jovis & Telluris poterit deduci. Jovis1997.
axem breviorē esse diametro Æquatoris observa-
runt Astronomi; hic, licet omnium Planeta-
rum sit maximus, omnium celerrimè circa
axem rotatur (1555.), ideòque differentia
hæc observari potest.*

*Quantum sub Æquatore attollatur Tellus, a1998.
nobis determinatur (2005.) quamvis hoc for-*

te aliorum Planetarum incolis, si dentur, non magis sit sensibile, quàm nobis depressio Polorum Martis, quam non percipimus.

1999. Ponamus Tellurem fluidam, memoratam sphæroidem acquireret figuram (1996.); Si conflet ex materiâ heterogeneousâ, & partes magis densæ sint, recedendo à centro, ad easdem verò distantias ab hoc ubique æquè densæ, æquilibrium non dabitur, nisi magis deprimatur sub Polo Tellus, quàm si homogenea esset, ut in Scholiis Elem. demonstramus.

2000. Si nunc concipiamus partes centrum versùs cohærere, non eo situs aliarum mutari potest, neque mutabitur, si in quibusdam locis partes ad superficiem usque cohæreant inter se, ut hoc reverâ locum habet. Ergo Maris superficies acquisivit Figuram ad Polos depressam. Cum verò, parum tantum, ubique littora supra Maris superficiem, attollantur, continentem Terram eandem sequi Figuram cum ipso Mari extra cubium est.

Quæ autem ipsam Figuram spectant, tantum ex immediatis mensuris & Observationibus determinari possunt, ut videmus in Scholiis Elem. in quibus demonstrantur illa quæ nunc dicam.

2001. Sit ePE dimidium sectionis Telluris per TAB. XVIII. Meridianum; C. centrum; P Polus; Ee Diameter \AA quatoris.
fig. 6.

2002. Diameter hæc \AA quatoris continet Perticas Rhenolandicas 3399474.

2003. Axis Telluris = 3380406.

2004. Ergo Diameter media = 3389940.

*\text{\AA}*qua-

• *Æquator attollitur Perticis* 9534. 2005.

Inter axem & diametrum *Æquatoris* ratio 2006.
datur, quæ inter 177, 3. & 178, 3.

Superficies Maris necessario ita sese con-2007.
stituit, ut perpendicularis sit ad directionem
gravium (527.); & tangens *IF*, quæ in
puncto *I* cum ipsâ hac superficie congruit,
planum Horizontis determinat (16. o.). Per-
pendicularem autem ad tangentem, quæ *di* 2008.
rectionem gravium exhibet ut *IB*, non ubi-
que ad centrum Telluris tendere posse clarum
est. Hæc tamen linea Altitudinem Poli determi-2009.
nat; est enim Altitudo hæc æqualis angulo,
quem *IF* efficit cum *PC* (1725.), aut *ID*,
quam axi parallelam ponimus, id est, per-
pendicularem ad *EE*; Angulus hic est *DIF*,
cui æqualis *IBD*.

Si, ductâ ad superficiem in *i* perpendiculari 2010.
ih, angulus *ibD* superet angulum *IBD*
uno gradu, puncta *I* & *i* uno gradu quoque
latitudine differunt, & arcus *Ii* est uniûs
gradus in Meridiano. Si concipiamus inte-2011.
grum arcum *PIE* ita divisum in nonaginta
gradus, non erunt hi æquales inter se; nam o-
mnis figura ovalis maximè convexa est in ex-
tremitatibus axeos majoris, omnium minimè
in extremitatibus axeos minoris; unde sequi-
tur concursum linearum *IB*, *ib*, id est
punctum *A*, magis à superficie removeri,
quo magis *I* ad Polum accedit; est enim *A*
centrum circuli, quicum Arcu *Ii* coincidit,
& eo major est Radius circuli, quo superfi-
cies est minus curva; crescente verò *IA*,
augetur arcus *Ii*; Augentur ergo gradus ac-2012.

Nn 5 ce-

cedendo ad Polum, & gradus ad Polum est omnium maximus, & ad Æquatore[m] omnium minimus.

2013. Gradus maximus continet Pert. Rhen. 29833, 4. & minimus est Perticarum 29334, 15.
2014. Ergo gradus medius est 29583, 77. Pert. Hic vix differt ab eo cujus puncti medii Latitudo est 45. gr.
2015. Inter gradum maximum & minimum datur ratio, quæ habetur inter 59, 75. & 58, 75; proximè ut 60. ad 59.
2016. Gravitas quoque in diversis Latitudinibus differt, minima est sub Æquatore (1995), & maxima sub Polo, gravitatesque hæ sunt inter se ut 201, 5. ad 202, 5.
2017. Longitudo penduli quod vibrationes singulas in uno minuto secundo peragit Parisiis exactissimè fuit mensurata à viro. Celebri Dno. de Mairan, est linearum pedis Regii Gallici 440, 57. Altitudo Poli est 48. gr. 50'.
2018. Cum pendulo in Laponiam translato ad Latitudinem 66. gr. 48'. Observationes fuere institutæ, quibus constitit hoc peregrisse vibrationes 86217, 5. eo tempore quo Parisiis tantum peregit 86158, 4., unde patuit gravitates in hisce locis esse inter se ut 729, 6. ad 728, 6. (231.); quomodo ex hac determinatione gravitates ubique Terrarum conferantur, in Scholiis Elem. videmus; & sunt hæ inter se ut longitudines pendulorum æqualibus temporibus vibrationes peragentium. (230.)
2019. Longitudo penduli, quod singulis minutis secundis vibrationem peragit, est sub Æquatore

INSTITUTIONES. 555

tore 455, 14. lin. pedis Rhen. ; Parisiis 456, 42. lin. ejuldem pedis ; ad Latitudinem 66. gr. 48'. in vico Laponiæ Pello 457, 08. lin. earundem ; & tandem sub Polo lin. 457, 40.

Si Corpora liberè cadant, Spatium in 1". 2020. percursum detegitur (220. 190.). Estque in quatuor indicatis Locis, si utamur mensurâ Rhenol., pedum 15, 597. ; 15, 641. ; 15, 663. ; 15, 674.

Gravitate mediâ, quæ æqualiter cum maximâ & minimâ differt, Corpus cadendo 2021. percurrit in 1". pedes 15, 635. Quomodo autem gravitas media determinetur, quando agitur de hac conferendâ cum gravitate, quâ Corpus ultra Atmosphæram remotum Tellurem petit, supra vidimus. (1834.)

CAPUT XVIII.

Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.

Lunæ Nodos regredi, id est, in antecedentia moveri (1975.), & Orbitæ inclinationem mutationibus esse obnoxiam (1981.), demonstravimus. Concipiamus varias dari Lunas, ad eandem distantiam, æqualibus temporibus, circa Tellurem revolutas, in plano ad planum Eclipticæ inclinato ; singulas iisdem Motibus agitari clarum est : concipiamus numerum Lunarum augeri, ita ut sese mutuò tangant, & Annulum, cujus partes cohærent, efficiant ; dum Annuli pars una trahitur, ut inclinationem au-
geat,

- geat, pars altera Motu contrario agitur,
ad inclinationem minuendam (1979.); vis
2022. major in hoc casu prævalet, id est, *in Mo-
tu lineæ Nodorum à Quadraturis ad Syzygias
Annuli inclinatio minuitur in singulis bujus re-
volutionibus* (1983.); & est omnium minima, ver-
sante lineâ Nodorum in Syzygiis (1984.). Con-
2023. tra, augetur inclinatio, dum lineâ Nodorum ex
Syzygiis ad Quadraturas transfertur (1985.);
& est omnium maxima, positâ lineâ Nodorum
2024. in bis (1986.). Lineâ Nodorum continuò in
antecedentia transfertur, nisi in Syzygiis ubi
quiescit. (1975. 1978.)
2025. Si quantitas Materiæ in Annulo minuatur,
non mutantur bujus Motus; quia à gravitate
pendent, quæ æqualiter in singulas materiæ
particulas agit. (1812.)
2026. Si Annuli diameter minuatur, in ratione hu-
jus diminutionis minuuntur Motus (1988),
sed nullus evanescit; & iisdem Motibus, sed
minoribus, agitur Annulus.
2027. Concipiamus nunc Tellurem sphæricam;
& in plano Æquatoris, cum plano Eclipticæ
efficiente angulum 23. gr. 29'. Annulum
dari, in eodem tempore cum Tellure revo-
lutum; minuatur hic ita, ut Tellurem tan-
gat, & cum hac cohæreat; hisce Annuli
Motus memorati non tolluntur; nam cum
Tellus nullâ vi in determinato situ retinea-
tur, cedit impressionibus Annuli; cujus agi-
tationes tamen minuuntur, ex auctâ mate-
riâ movendâ, dum vis motrix eadem manet.
Casus hic revera exstat, nam Telluris Fi-
gura est sphærica, Annulo in Æquatore cir-
cum-

cum data; nam hujus diameter Axem superat (1996.). Hujus Annuli linea Nodorum est sectio planorum Æquatoris & Eclipticæ. Unde sequentes deducimus conclusiones.

In Æquinoctiis inclinatio Æquatoris est 0-2028. omnium minima (2022.); idèque Axeos inclinatio omnium maxima; nam hic cum plano Æquatoris Angulum rectum efficit (1668.). Postea augetur inclinatio Æquatoris, id est, *minuitur Axeos inclinatio, donec Sol in Solsti-2029. tiis detur, ubi hæc est omnium minima, illa omnium maxima. (2023.)*

Idcirco bis in Anno minuitur Telluris Axeos 2030. inclinatio, bis instauratur. Et sectio plani Æ-2031. quatoris cum plano Eclipticæ, quæ in Æquinoctiis quiescit, per reliquum Tempus in antecedentia movetur. (2024.)

Ad planum Orbitæ Lunaræ etiam inclina-2032. tur planum Æquatoris; nam exiguum angulum illud cum plano Eclipticæ efficit (1562.): idè eodem modo in Annulum agit Luna, quàm Sol; & licet illa minor sit, quia Sole multo minus distat, in Annulum majorem exserit actionem. Quare etiam ex 2033. actione Lunæ, *bis in singulis bujus revolutionibus mutatur, & bis instauratur, Axeos Telluris inclinatio ad planum Orbitæ Lunæ (2030.); idèque ad planum Eclipticæ: & in antecedentia fertur sectio plani Æquatoris cum plano Orbitæ (2031.); ex quo Motu translatio sectionis illius plani cum plano Eclipticæ necessariò sequitur.*

Mutationes inclinationis Axeos nimium sunt 2034. exiguæ, ut observentur: Translatio autem li-2035. neæ

neæ Æquinoctiorum, & Motus Axeos, qui ex hac sequitur, cum semper eandem partem versùs dirigantur, *tandem sensibiles sunt*; & ex his Phænomena antea explicata (1786. 1787.) sequuntur.

CAPUT XIX.

De Æstu Maris.

Cum Maris Æstus ab actionibus ante memoratis Solis & Lunæ pendeat, non in hisce prætermitti debet. Ut autem Æstum hunc ex principiis traditis explicemus, in memoriam revocare debemus, Tellurem, ut & etiam omnia Corpora in hujus superficie, in Lunam gravitare (1811.); idèò particulæ aqueæ, in hac superficie, quæ ad centrum Telluris, aut ad hujus viciniam (2008.), tendunt, Lunam versùs quoque feruntur. Cum etiam solida Telluris Massa ad Lunam feratur, juxta Leges, quæ locum haberent, si omnis Materia, ex quâ constat, in centro coacta daretur (1835.); poterunt demonstrata, in Capite XVI. de actione Solis in Lunam, Tellurem versùs cadentem, dum cum hac Solem petit, applicari ad actionem Luna in particulas aqueas in Telluris superficie, cum Telluris massâ non cohærentes, sed hujus centrum versùs tendentes, & cum hujus Massa, etiam Lunam versùs continuo cadentes; quâ vi, ut vidimus (1912.), Tellus retinetur in Orbitâ, circa commune gravitatis centrum hujus & Lunæ.

Sit

Sit S Luna; ALBI superficies Telluris, 2037.
 cujus massa ad Lunam tendit, quasi tota in TAB. XVIII
 T esset coacta; ex actione Lunæ particulæ fig. 3.
 A & B aqueæ T versus majorem acquirunt
 gravitatem (1920.); contra particulæ in L,
 l, ex gravitate amittunt (1926.). Unde de-
 ducimus, si tota Tellus aquâ obtegatur, æ-
 quilibrium non dari, nisi magis attollatur A-
 qua, in punctis L & l, quàm in toto circu-
 lo ab his punctis 90. gr. distant; & ideo
 per puncta A & B transeunti. Idcirco, a-2038.
*ctione Lunæ, Aqua adipiscitur figuram Sphæ-
 roidis, formatam ex revolutione Ovalis circa a-
 xem majorem, qui continuatus per Lunam trans-
 iret.*

Ponamus Lunam in Æquatore; omnes se-
 ctiones Telluris parallelæ ad Æquatorem,
 cum etiam Sphæroidis axi parallelæ sint
 (2038.), sunt ovales, quarum axes majores
 per Lunæ Meridianum transeunt; unde se-
 quitur, *Tellure quiescente, in circulo quacunque* 2039.
*Latitudinis, Aquam magis attolli in Meridiano,
 in quo Luna datur, & in Meridiano opposito,
 quàm in locis intermediis.*

DEFINITIO.

Dies lunaris, est Tempus lapsum inter recef- 2040.
*sum Lunæ à Meridiano & accessum sequentem
 ad eundem. Dies hæc in viginti quatuor Ho-
 ras lunares dividitur. Superat Diem natura-
 lem 50. minutis.*

Ex Motu Telluris circa axem, singulis Die-
 bus lunaribus, Loca singula per Meridianum
 Lunæ & Meridianum oppositum transeunt, id
 est, bis ibi transeunt, ubi Aqua ex actione Lunæ 2041.
 at-

attollitur, & bis ubi ex eâdem actione deprimitur (2039.); & sic *in Die lunari Mare bis attollitur, bis deprimitur, in loco quocunque.*

2042. Ex Motu Telluris circa axem, continuò Aqua elata à Meridiano Lunæ recedit; Actione tamen Lunæ, Sphæroidis axis per Lunam transit (2038.); ideò agitur continuò Aqua, ut accumulatio, quæ Motu Telluris removetur, infra Lunam instauretur. Ideò ab A & B continuò L & l versùs fluit Aqua, dum illa, quæ ita sub Lunâ accumulatur, Motu Telluris continuò ab L versùs B & ab l versùs A fertur; id est, inter L & B, ut & inter l & A, dantur duo Motus contrarii, quibus Aqua magis accumulatur; ita ut omnium maximè inter hæc puncta, attollatur. Id est, in locis quibuscunque

2043. *Aqua maximè est elata, duabus aut tribus horis postquam Luna per Meridianum loci, aut Meridianum oppositum, transivit.*

2044. *Adscensus Aquarum ad partem Lunæ paululum excedit oppositum (2036. 1930.). Minuitur Adscensus hic accessu ad Polum, in quo nulla Aquarum agitatio datur.*

Quæ de Lunâ demonstrata sunt, ad Solem applicari possunt; ideò, *ex actione Solis, singulis Diebus naturalibus, bis attollitur Mare,*

2047. *bis deprimitur (2041.). Agitatio hæc multò minor est, propter Solis immensam distan-*

2048. *tiam, quàm quæ à Lunâ pendet: Iisdem tamen Legibus subjicitur.*

2049. Non distinguuntur Motus ab actione Lunæ, & Solis, pendentes, sed confunduntur, & ex hujus actione, tantum *mutatur Maris Fluxus*

xus lunaris: quæ Mutatio singulis Diebus va- 2050.
riat, propter inæqualitatem inter Diem na-
turalem & Diem lunarem. (2040.)

In Syzygiis, ex amborum Luminarium a- 2051.
ctionibus concurrentibus, attollitur Aqua, &
idedò magis attollitur.

Minus adscendit Mare in Quadraturis; nam
ubi Aqua Lunæ actione attollitur, ibi depri-
mitur ex actione Solis, & vice versâ. Idcir-
cò, dum Luna à Syzygiâ ad Quadraturam tran- 2052.
sit, adscensus quotidiani de Die in Diem minuun-
tur: augentur contra in Motu Lunæ à Quadra-
turâ ad Syzygiam.

In Novilunio etiam, cæteris paribus, agita- 2053.
tiones majores sunt, & quæ in eodem Die sese
mutuò sequuntur, magis differunt, quàm in Ple-
nilunio (2044. 2048.).

Adscensus maximi & minimi non observantur, 2054.
nisi secundâ, aut tertiâ, Die post Novilunium,
aut Plenilunium; quia Motus acquisitus non
statim ex attritu, & aliis causis, destruitur;
quo Motu acquisito adscensus Aquarum au-
getur, licèt minuatur actio, quâ Mare attol-
litur: simile quid circa calorem alibi (1777.)
demonstravimus.

Si nunc Luminaria ex Æquatoris plano re-
cedentia consideremus, videbimus Agitatio- 2055.
nem minui, & minorem dari, pro majori Lumi-
narium declinatione. Quod clarè patet, si hæc
in Polis concipiamus; tunc enim axis Figuræ
Sphæroidis cum axe Telluris coincidit; &
omnes sectiones ad Æquatorem parallelæ, ad
axem Sphæroidis sunt perpendiculares; idedò
que circulares. Ita ut Aqua, in singulis cir-

culis Latitudinis, ubique eandem habeat altitudinem, quæ Motu Telluris non mutatur in locis peculiaribus. Si ex Polo recedant Luminaria, agitationem continuò magis ac magis augeri, facîle videmus, donec omnium sit maxima, revolutâ Sphæroide circa lineam, ad axem suum perpendicularem, posito Sphæroidis axe in plano Æquatoris.

2056. Hinc liquet, quare in Syzygiis, prope Æquinoctia, Æstus omnium maximi observentur, ambobus Luminaribus in Æquatore aut prope hunc versantibus.

2057. *Actiones Lunæ & Solis eo majores sunt, quo minus hæc Corpora à Tellure distant* (1988.); cùm autem minor Solis distantia detur, hoc versante in Signis australibus, sæpe ambo Æstus maximi Æquinoctiales in illo situ Solis observantur; id est, ante Æquinoctium Vernum & post Autumnale; quod tamen non singulis annis obtinet; quia ex situ Orbitæ Lunaris, & distantia Syzygiæ ab Æquinoctio variatio dari potest.

2058. *In locis ab Æquatore distantibus, recessu Luminarium ab Æquatore, inæquales fiunt ejusdem diei agitationes.* Sit PP Telluris Axis; EE Æquator, LI Circulus Latitudinis; AB axis Sphæroidis figuræ, quam acquirit Aqua. Quando locus datur in L aut I , datur in eodem Meridiano cum axe Sphæroidis & Aqua est maximè elata, in utroque casu: in L tamen magis quàm in I ; nam CL superat CI , quæ lineæ altitudines Aquarum, id est, distantias à centro, mensurant: æquales hæ forent si AL & BI , distantia ab axe Sphæroi-

TAB. XVIII
fig. 7.

roidis forent æquales, minor autem est *Cl*, quia *Bl* superat *Al*, quod ex inclinatione axeos Sphæroidis ad Æquatorem oritur.

Quandiu Luna ad eandem partem Æquatoris cum loco datur, id est, ad partem lineæ CA continuatæ, Aqua maximè, singulis Diebus, attollitur, post transitum Lunæ per Meridianum loci; hoc enim contingit, ubi locus pervenit ad L; si autem Æquator separet Lunam & lo- 2059. 2060. *cum, de quo agitur, id est, si detur illa ad partem lineæ CB continuatæ, Aqua iterum in L, ad maximam pertingit altitudinem, & singulis Diebus hoc obtinet, post transitum Lunæ per Meridianum oppositum*

Omnia, quæ huc usque fuere exposita, exactissimè obtinerent, si tota Telluris superficies Mari obtegeretur; cùm autem non ubique Mare detur, mutationes inde oriuntur, non quidem in Mari aperto; quia satis extenditur Oceanus, ut memoratis Motibus subjiatur. Sed *situs Littorum, Freta, multaque* 2061. *alia, à peculiari locorum situ pendentia, generales Regulas turbant.* Generalioribus tamen Observationibus constat, Æstum Leges explicatas sequi.

Supereſt, ut ipsas Vires, quibus Sol & Luna Mare agitant, determinemus: ut pateat, has valere ad memoratos edendos effectus, & illorum Corporum actiones in Pendula & cætera Corpora sensibiles non esse.

Augmentum gravitatis Lunæ in Quadratu- 2062. *ris, ex actione Solis, est ad ipsam Lunæ gravitatem in Tellurem, ut 1. ad 178, 72. (1925): in quâ computatione posuimus, Lunæ distan-*

O o 2 tiam

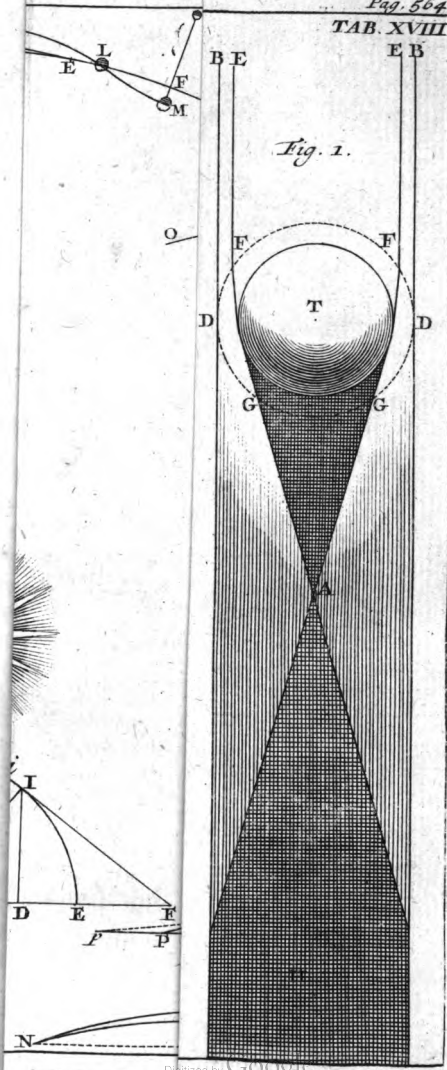
tiam mediam à centro Telluris esse 60. semid. Telluris (1918.); gravitas ergo Lunæ est ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1. ad $60 \times 60 = 3600$ (1813.). Est idcirco augmentum memoratum ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1. ad 643428, in qua computatione error datur corrigendus.

Exacta foret computatio hæc, si augmentum, de quo agitur, esset ad vim, quâ Tellus Solem versùs descendit, ut distantia Lunæ 60. semid. Telluris ad distantiam Telluris à Sole (1920.), sed est ut vera media Lunæ distantia, 60½. semid. Telluris, ad distantiam Telluris à Sole. Quare augmentum determinatum parte $\frac{1}{120}$ augeri debet; & se habebit ad vim gravitatis in superficie Telluris, ut $1\frac{1}{120}$ ad 643428, aut ut 1. ad 638110.

Augmentum hoc gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis est ad augmentum gravitatis Aquæ in superficie Telluris, in locis à Sole 90. gr. distantibus, ex eadem Solis actione, ut 60½ ad 1. (1921.); idè augmentum hoc gravitatis ad ipsam Aquæ gravitatem, ut 1. ad 38605679. Diminutio gravitatis sub Sole, & in loco opposito, est dupla hujus augmenti (1931.), idè est ad 2063. gravitatem, ut 1. ad 19302839, & tota *Mutatio in gravitate, ex actione Solis, est ad ipsam gravitatem, ut 1. ad 12868560.*

2064. Ut actionem Lunæ cum actione Solis comparemus, Experimenta sunt instituenda in locis, in quibus, propter angustias, Mare sensibilibiter attollitur. Prope Bristoliam tempore Autumnali & Verno, in quo agitatio Ma-
ria

Fig. 1.



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

ris est maxima (2056.), adscendit Aqua in Syzygiis, plus minus, pedibus 45.; in Quadraturis pedibus, plus minus, 25., qui numeri sunt inter se, ut 9. ad 4.

Facillima foret determinatio Virium, quas quærimus, si agitationes maximæ & minimæ exactè in Syzygiis darentur, quod non obtinere antea vidimus (2054.).

Distantia autem Lunæ à Syzygiâ, aut à 2065. Quadraturâ, non semper est eadem in maximo aut minimo Aquarum adscensu; nam variat hæc distantia, quia Luna nunc magis nunc minus à Meridiano distat, quando per Syzygiam aut Quadraturam ipsa transit. Distantia media Lunæ à Syzygiâ, aut Quadraturâ, ad quam Observationes memoratæ referri debent, est circiter 18. gr. 30'. ita ut tota Solis actio, neque cum Lunæ actione conspiret in Syzygiis, neque contrariè agat in Quadraturis. Etiam in tali casu, si in Syzygiâ, ambo Luminaria in Æquatore fuerint, in memoratâ distantia à Quadraturâ, declinatio Lunæ est plus minus 22. gr. 13'. quo minuitur Lunæ vis ad Mare movendum (2055.). Ulterius; cæteris paribus, distantia Lunæ à Tellure in Syzygiis minor est, quàm in Quadraturis (1947. 1948.); unde etiam actio Lunæ in Quadraturis minuitur (2057.): ad quæ omnia attendendo detegitur, *vim mediocrem* 2066. *Solis ad Mare movendum se habere ad vim mediocrem Lunæ ad idem agitandum, ut 1. ad 4, 4815.* Sed vis Solis est ad vim gravitatis, ut 1. ad 12868560 (2063.); quare *vis Lunæ* 2067. *est ad eandem vim gravitatis, ut 1. ad 2871485.*

Ex quibus sequitur, vires has Lunæ & Solis nimium esse exiguas, ut in Pendulis & aliis Experimentis sint sensibiles; has autem ipsas valere ad Mare agitandum, facile probatur.

- Minuendo gravitatem in superficie Telluris parte $\frac{1}{202,7}$. Mare attollitur pertic. Rheno-land. 9534 (2016. 2000.), id est, pedibus Rhenanis 114408., perticæ enim singulæ continent pedes duodecim: unde detegitur (2063.)
2068. ope Regulæ Proportionum, Solis actionem mutare Maris altitudinem fere pedibus duobus; &
2069. banc ex Lunæ actione mutari pedibus 7, 11.
2070. (2067.); & ex ambabus actionibus conjunctis agitatio modicioris est circiter decem pedum, quod cum Observationibus satis congruit; nam in Oceano aperto, prout Mare magis aut minus patet, attollitur Aqua, ad altitudinem sex, novem, duodecim, vel quindecim pedum; & etiam differentia datur pro diversa profunditate Aquarum. Ubi verò magnâ vi Mare Freta intrat, impetus non frangitur, nisi majori adjensu; & Mare multò magis attollitur.

C A P U T XX.

De Lunæ Densitate & Figurâ.

2072. **V**ires Solis & Lunæ ad Mare movendum, sunt inter se in ratione compositâ, ex ratione quantitatum materiæ in his Corporibus (1812.), (singulæ enim particulæ agunt) & ratione inversâ cuborum distantiarum Solis &

& Lunæ à Tellure (2036. 2048. 1988.).

Quantitates materiæ sunt in ratione composita, ex ratione voluminum, id est, cuborum diametrorum (18. El. XII.), & ratione Densitatum (548. 90.); quare vires memoratæ sunt directè ut Densitates & cubi diametrorum, & inversè ut cubi distantiarum. Agitur hîc de Densitatibus mediis, quales pro diversis Planetis supra determinavimus (1882.).

Diametri apparentes Corporum, id est, anguli sub quibus videntur, crescunt ut ipsæ diametri, & minuuntur ut distantia; id est, sunt directè ut diametri, & inversè ut distantia; idcirco ratio composita, ex ratione cuborum diametrorum apparentium *Solis & Lunæ*, & ex ratione Densitatum, ^{2073.} erit ratio virium, quibus hæc Corpora Mare movent. Ideoque horum Corporum *Densitates sunt directè ut vires, quibus Mare movent, & inversè ut cubi diametrorum apparentium*: & dividendo vires per cubos harum diametrorum, datur ratio Densitatum.

Vis Solis est ad Vim Lunæ, ut 1. ad 4, ^{4815.} (2066.); media diameter apparens Solis est 32', 12"., & media Lunæ diameter apparens est 31', 16". id est, sunt inter se, ut 3864. ad 3753. *Est igitur Densitas Solis ad Lunæ Densitatem, ut 10000. ad 48911.* ^{2074.} quæ Lunæ Densitas cum Jovis, Saturni, & Telluris Densitatibus potest conferri (1882.), estque Luna Tellure densior.

Quantitates materiæ in duobus Corpori-

bus sunt inter se in ratione compositâ Den-
sitatum & Voluminum (548. 90.), id est,
si de sphaëris agatur, in ratione compositâ
Densitatum & cuborum diametrorum.

2075. *Lunæ & Telluris* Densitates sunt inter se,
ut 48911. ad 39539. (2074. 1882.), Diametri
ut 20. ad 73. (1570.); ideò *Quantitates mate-*
riæ in his Corporibus, ut 1. ad 39, ³¹. aut
ut 0, ⁰⁵¹². ad 0, ⁰⁰¹³. Licet Densitates dete-
gantur, positis Corporibus homogeneis,
quantitates materiæ recte definiuntur, quam-
vis Corpora homogenea non sint; nam illam
determinamus Densitatem, quam Corpus ha-
beret, si materia, ex qua Corpus reverâ
constat, per hoc æqualiter dispergeretur.
(1583.)

2076. *Gravitates in superficiebus Telluris & Lunæ*
determinantur, multiplicando Densitates per
diametros (1839.); id est, *sunt* inter se, fere
ut 3 ad 1., aut ut 431. ad 146. qui nume-
rus etiam exprimit relationem gravitatis in
superficie Lunæ, cum gravitate in superfi-
ciebus Solis, Jovis, & Saturni. (1880.)

2077. *Centrum commune gravitatis Lunæ & Tellu-*
ris, circa quod ambo Corpora moventur,
determinatur; nam hujus à Telluris centro di-
stantia *est ad distantiam* inter centra amborum
Corporum, ut quantitas materiæ in Lunâ
ad quantitatem materiæ in ambobus Corpo-
ribus (312. 313.), itaque 40, ³¹. ad 1, ut
Lunæ distantia à Tellure ad distantiam
quæsitam centri gravitatis à *centro Telluris*,
quæ detegitur 2543927. *perticarum*; ut ex
notis Telluris diametro (1569. 2004. 1560.),
& Lunæ distantia deducitur. Ut

Ut Lunæ Figuram determinemus, exami-
 nanda est Figura, quam, si fluida foret, ac-
 quireret (1992.). Si Lunam solam confide-
 remus quiescentem, sphærica erit (1993.).
 Si actionem Telluris in Lunam confidere-
 mus, acquireret Luna Figuram Sphæroidis,
 cujus axis per Tellurem transiret (2038.).
 Vis Telluris ad Lunæ Figuram mutandam est
 ad vim Lunæ in Tellurem, ut 39,31. ad 1.
 (2075. 1812.), & ut diameter Lunæ ad Tellu-
 ris diametrum (2036. 1988.), quæ sunt inter se,
 ut 20. ad 73. (1570.), estque ratio composita
 ex his 10,77. ad 1. Hæc vis Lunæ est ad
 gravitatem in superficie Telluris, ut 1. ad
 2871485 (2067.); quæ gravitas in Telluris
 superficie est ad gravitatem in superficie Lu-
 næ, ut 431. ad 146. (2076.), aut ut 2871485.
 ad 973166.; quare *actio Telluris ad mutandam* 2079.
Lunæ Figuram, ad gravitatem in superficie Lu-
næ, ut 10,77. ad 973166., aut ut 1. ad
 90359. Mutatâ gravitate, in Telluris super-
 ficie, parte $\frac{2871485}{90359}$, Aqua attollitur pedibus
 8. (2069.); ideò, si gravitas parte $\frac{2871485}{90359}$ mu-
 taretur, altitudo foret pedum 254. ut Re-
 gulâ aureâ detegitur: si, servatâ hac dimi-
 nutione gravitatis, de Corpore minori aga-
 tur, minuenda est hæc altitudo in ratione
 diametri; ideò, ex actione Telluris, altitu-
 do hæc in Lunâ est circiter pedum 70.: &
Æquilibrium non dabitur, si Luna sit homoge- 2080.
nea, nisi axis Sphæroidis superet diametrum ad
bunc perpendicularem pedibus 140.

Unicâ proportionem detegitur, ex notâ al-
 titudine Maris ex Lunæ actione, altitudo in

Lunā ex Telluris actione; nam sunt hæc in ratione duplicatā inversā gravitatum in superficiebus illorum Corporum; cujus Regulæ hæc est demonstratio.

2082. Si vires æquales in hæc Corpora agerent, hæc similes acquirerent Figuras; quia vires eodem modo in singulas particulas agunt. Adscensus ergo essent inter se ut diametri.

Adscensus hi sunt quoque ut ipsæ vires, quæ sunt ut quantitates Materiæ in Corporibus agentibus, & ut diametri Corporum, quorum Figuræ mutantur. (1921.). Coniunctis omnibus rationibus, aquarum adscensus in Lunā & Tellure, sunt in ratione duplicatā directā diametrorum horum Corporum, & inversā quantitatum materiæ in ipsis, id est in ratione inversā gravitatum in superficiebus.

Cui rationi hæc eadem ratio iterum addenda est ita, ut duplicata fiat; quia adscensus sunt quoque inversè ut gravitates agentes in particulas quæ attolluntur.

Si, positā, quam nunc determinavimus, Lunæ Figurā, partes coherere concipiamus, 2083. *æquilibrium inter Lunæ partes non dabitur, nisi axis Sphæroidis ad Tellurem dirigatur; unde videmus, quare Luna eandem faciem semper Telluri obvertat; nam continuā agitatione, qua Sphæroidis axis ad Tellurem dirigatur,* 2084. *Luna tandem acquisivit Motum circa alium axem, de quo Motu antea egimus (1563. 1685.) qui Motus eodem tempore peragitur in quo Luna circa Tellurem revolvitur; quod ex actione memoratā sequitur: si enim major* fo-

foret celeritas, vi, quâ eadem facies ad Tellurem semper dirigitur, continuò illa retardaretur; acceleraretur continuò, si minor foret.

Non tamen hæc vis satis magna est, ut in singulis revolutionibus æquabilitatem Motûs acquisiti circa axem sensibilibiter tur-^{2085.} bet: Ideò *Motus circa axem æquabilis est, licet Motu inæquali in Orbitâ moveatur Luna* (1559.). Situs etiam axis Lunæ, non vi memoratâ ita potest mutari, ut ad planum Orbitæ, dum hujus inclinatio mutatur (1979.),^{2086.} semper perpendicularis sit, idcirco *ad planum Orbitæ paululum inclinatur axis Lunæ*, ut antea vidimus. (1688.).

FINIS LIBRI SEXTI.



IN-

I N D E X R E R U M.

*Denstat p. paginam, & n. numerum
in margine.*

A.

- A**cceleratio gravium. p. 57. n. 184. & seq.
 - - - - - Corporum super plano inclinato
 devolventium. p. 61. n. 198. & seq.
 Actiones Potentiarum aut Pressionum. p. 19.
 n. 62. & seq.
 Adnata. p. 349. n. 1216.
 Æoli Pila. p. 287. n. 949. & seq.
 Aequatio Temporis. p. 478. n. 1746.
 Æquator. p. 464. n. 1668. p. 472. n. 1712.
 Æquilibrium Libræ. p. 27. n. 101.
 - - - - - Potentiarum obliquarum. p. 45.
 n. 157.
 Æquinoctia. p. 479. n. 1754. 1755.
 Æquinoctiorum præcessio. p. 485. n. 1791.
 - - - - - bujus motus explicatio. p. 556. n.
 2022. & seq.
 Aër. p. 246. n. 781. & seq.
 - - - est vehiculum soni. p. 269. n. 863.
 Aëris actio in ignem. vide Ignis.
 - - - proprietates. p. 247. n. 786. & seq. p.
 249. n. 793. & seq.
 Æltus Maris. vide Maris.

Ag-

INDEX RERUM.

- Aggerum utilitates & incommoda. p. 215. n.
 684. & seq.
 Albor. p. 411. n. 1441. & seq.
 Album Corpus tardius aliis incalescit. p. 428.
 n. 1498.
 - - - - - Oculi. p. 349. n. 1216.
 Alluvio quomodo fiat. p. 213. n. 677.
 Altitudo Poli. p. 474. n. 1725.
 - - - - - Siderum. p. 470. n. 1702.
 Amplitudo jactûs. p. 86. n. 282.
 - - - - - Siderum. p. 470. n. 1701.
 Angulus Incidentiæ. p. 142. n. 463.
 - - - - - Reflexionis. ibid. n. 464.
 - - - - - Refractionis. p. 317. n. 1079.
 Annulus Saturni. p. 438. n. 1556. p. 457.
 n. 1627.
 Annus magnus. p. 484. n. 1787.
 Antlia pneumatica p. 257. n. 818.
 Antliæ vulgares. p. 259. n. 822.
 Aphelia Planetarum. p. 435. n. 1528.
 Apſides Planetarum. ibid. n. 1530.
 Apſidum Linea. ibid. n. 1531.
 Aqua est glacies liquefacta. p. 286. n. 946.
 Aqueus Humor. vide Humor.
 Arcus coelestis. vide Iris.
 Asterisimi. p. 486. n. 1795 & seq.
 Atmosphæra. p. 247. n. 783.
 - - - - - bujus Umbra. p. 461. n. 1650.
 & seq.
 Attractio. p. 13. n. 39.
 - - - - - ex gravitate. p. 491. n. 1815.
 Attractionis Leges. p. 14. n. 40.
 - - - - - spatium. p. 318. n. 1087.
 Auges. vide Apſides.

Au-

I N D E X

Auris structura. p. 270. n. 368.
Aurora. *vide* Crepusculum.
Axis in Peritrochio. p. 35. n. 127. & seq. p.
 79. n. 260.
 . . . **Libræ** p. 26. n. 95.
 . . . **Planetae.** p. 436. n. 1542.
Axeos Telluris Motus. *vide* Aequinoctiorum
præcessio. vide etiam Telluris.

B.

B ilanx. *vide* Libra.

C.

C alcinatio. p. 299. n. 1004. & seq. p.
 303. n. 1025. & seq.
Calor. p. 281. n. 924. & seq. p. 294. n.
 977. & seq.
Camera obscura. p. 349. n. 1215. p. 388. n.
 1356.
Cavitates in Corporibus mollibus effectæ. p. 116.
 n. 389. & seq.
Celeritas. *vide* Velocitas.
Centrales vires. p. 91. n. 292. & seq.
Centrifuga vis. p. 92. n. 295.
Centripeta vis. *ibid.* n. 296.
Centrum actionis potentiarum. p. 34. n. 125.
 **gravitatis.** p. 29. n. 109.
 **Libræ** p. 26. n. 96.
 **oscillationis.** p. 70. n. 226. & seq.
Chordarum Conjonantiæ. p. 275. n. 895 &
seq.
 **motus aliis communicatus.** p. 276.
 n. 899. & seq.
Choroides. p. 351. n. 1216.

Cir.

R E R U M.

- Circulus *generator*. p. 66. n. 215.
 Cochlea. p. 39. n. 140. & *seq.*
 - - - - *perpetua*. p. 43. n. 154.
 Cœlum. p. 444. n. 1579. & *seq.*
 Cohæsiō *partium*. p. 13. n. 38. & *seq.*
 Collisio. *vide Percussio*.
 Colores *Corporum*. p. 427. n. 1494. & *seq.*
 - - - - *Radiorum*. p. 403. n. 1414. & *seq.*
 - - - - *tenuium Lamellarum*. p. 419. n. 1466. & *seq.*
 Combustio *Corporum*. p. 299. n. 1004. & *seq.*
 p. 303. n. 1027. & *seq.*
 Cometæ. p. 442. n. 1572. & *seq.*
 Cometarum *motus explicatio*. p. 525. n. 1908.
 Conjunctio *Corporum cœlestium*. p. 449. n. 1602.
 Consonantiæ. p. 274. n. 887. & *seq.*
 Cornea. p. 349. n. 1216.
 Corporis *proprietates*. p. 4. n. 9. & *seq.*
 Corpus *durum*. p. 12. n. 32. & *seq.*
 - - - - *elasticum*. p. 16. n. 46. p. 158. n. 505.
 - - - - *fluidum*. p. 12. n. 35.
 - - - - *heterogeneum*. p. 171. n. 544.
 - - - - *homogeneum*. *ibid.* n. 543.
 - - - - *malle*. p. 12. n. 34.
 Crepusculum. p. 478. n. 1750. & *seq.*
 CrySTALLINUS *humor*. *vide Humor*.
 Cuneus. p. 37. n. 133. & *seq.*
 Cyclois. p. 66. n. 215. & *seq.*

D.

- D**eclinatio *Sideris*. p. 464. n. 1672.
 Densitas. p. 170. n. 542.
 Densitates *Planetarum*. p. 516. n. 1882.
 Den-

I N D E X

- Densitatum *comparatio*. p. 177. n. 574. & *seq.*
 Descensus *gravium super plano inclinato*. p. 61. n. 198. & *seq.*
 Dies *artificialis*. p. 478. n. 1748.
 - - - *lunaris*. p. 559. n. 2040. -
 - - - *naturalis*. p. 476. n. 1740.
 Dilatatio *ex calore*. p. 285. n. 938. & *seq.*
 Directio *motus*. p. 18. n. 60.
 Ditonus. *vide Consonantiæ*.
 Divisibilitas *materiæ*. p. 4. n. 11. p. 8. n. 20. & *seq.*
 Durum *Corpus*. *vide Corpus*.

E.

- E**cho. p. 278. n. 905. & *seq.*
 Eclipsis *Lunæ*. *vide Lunæ*.
 - - - - *Satellitæ*. p. 456. n. 1626.
 - - - - *Solis*. *vide Solis*.
 Ecliptica *linea*. p. 448. n. 1592.
 Eclipticæ *planum*. p. 435. n. 1533.
 Elasticitas. p. 16. n. 46.
 - - - - - *ex calore*. p. 286. n. 947.
 - - - - - *Fibrarum*. p. 146. n. 471. & *seq.*
 - - - - - *Laminarum*. p. 154. n. 493. & *seq.*
 - - - - - *perfecta*. p. 132. n. 440.
 Elasticitatis *Leges*. p. 152. n. 487.
 Electricitas. p. 289. n. 954. & *seq.*
 Ellipsis. p. 98. n. 319.
 Elongatio *Planetarum*. p. 450. n. 1605.
 - - - - - *maxima*. *ibid*, 1606.
 Evaporatio. p. 286. n. 947. p. 299. n. 1004.
 Excentricitas *Planetarum*. p. 434. n. 1525.
 Exhalationes. p. 299. n. 1006. & *seq.*

Ex.

R E R U M.

Extensio. p. 4. n. 9.

Extinctio Ignis. p. 305. n. 1033.

F.

Fibrarum elasticitas. vide Elasticitas.

- - - - - motus. p. 149. n. 483. & seq.

Figurabilitas Corporis. p. 5. n. 14.

Flamma. p. 301. n. 1017. & seq.

Fluiditas unde oriatur. p. 164. n. 524.

- - - - - an à calore pendeat. p. 286. n. 945.

Fluidum Corpus. vide Corpus.

Fluida elastica. p. 254. n. 803. & seq.

- - - - - constant ex particulis separatis.

p. 257. n. 817.

- - - - - in quo cum solidis congruant. p. 165.

n. 526.

- - - - - proflientia verticaliter. p. 185. n. 593.

& seq.

- - - - - proflientia obliquè. p. 189. n. 603. &

seq.

- - - - - ex vasis profluentia. p. 191. n. 609. &

seq.

Fluidorum proprietates. p. 165. n. 526. &

seq.

- - - - - actiones in fundos & latera vasorum.

p. 168. n. 536. & seq.

- - - - - ebullitio actione ignis. p. 298. n.

1001.

- - - - - impetus & actio lateralis. p. 224.

n. 704. & seq.

- - - - - motus. p. 180. n. 584. & seq.

- - - - - motus in tubo curvo. p. 220. n.

698. & seq.

Fluidorum resistentia. p. 227. n. 717. & seq.

Tom. II.

Pp

Flui-

I N D E X

Fluidorum *retardatio*. p. 185. n. 593.
 Flumen. p. 202. n. 632.
 - - - - - *regulare*. p. 210. n. 667.
 Fluminis *curfus*. p. 202. n. 635. & *seq.*
 - - - - - *filum*. p. 211. n. 668.
 - - - - - *sectio*. p. 202. n. 634.
 Focus. p. 328. n. 1120.
 - - - - - *imaginarius*. p. 328. n. 1121.
 Frigus. p. 307. n. 1044. & *seq.*
 Fulmina *cuinam causæ tribuenda?* p. 303. n.
 1024.
 Fusio. p. 286. n. 944. p. 299. n. 1004.

G.

Generator *circulus*. *vide* Circulus.
 Gradus *latitudinis accedendo ad polos augentur*.
 p. 553. n. 2011. & *seq.*
 Gravia *non ubique tendunt ad centrum Telluris*.
 p. 553. n. 2008.
 Gravitatis *centrum*. *vide* Centrum.
 Gravitatis *centrum*. *vide* Centrum.
 Gutta *fit sphaerica*. p. 14. n. 41.
 - - - - - *respectiva*. p. 174. n. 559.
 - - - - - *specifica*. p. 171. n. 545.
 - - - - - *universalis est*. p. 490. n. 1811.
 & *seq.*
 - - - - - *in superficiebus Planetarum*. p. 516.
 n. 1880.
 Gravitatis *centrum*. *vide* Centrum.
 Gutta *fit sphaerica*. p. 14. n. 41.

H.

Heterogeneum *Corpus*. *vide* Corpus.
 Heterogenei *Radii*. *vide* Radii.
 Homogeneum *Corpus*. *vide* Corpus.

Ho-

R E R U M.

Homogenei *Radii*. *vide Radii*.

Horæ. p. 477. n. 1744.

Horizon. p. 469. n. 1690.

Humor *aqueus*. p. 350. n. 1216.

- - - *crystallinus*. *ibid*.

- - - *vitreus*. *ibid*.

I.

Jactûs *amplitudo*. *vide Amplitudo*.

Ignis *criteria*. p. 279. n. 909. p. 285. n. 938.

- - - *motus*. p. 294. n. 973. & *seq*. p. 298.
n. 1000. & *seq*.

- - - *proprietates*. p. 279. n. 912. & *seq*.

- - - *ubi detur*. p. 279. n. 909.

in Ignem Aëris actio. p. 297. n. 996. p. 305.
n. 1035. & *seq*.

Immersa *Corpora*. p. 170. n. 542. & *seq*.

Impactio. *vide Percussio*.

Impenetrabilitas. *vide Soliditas*.

Inane. *vide Vacuum*.

Indices *Machinarum*. p. 79. n. 260. & *seq*.

Inertia *Corporis*. p. 5. n. 13. p. 103. n. 334.

Infinitum *Spatium*. p. 7. n. 17.

Infinitorum *Classes*. p. 9. n. 23.

Insula *in Flumine*. p. 213. n. 675.

Intensitas *Potentiae*. p. 20. n. 68. & *seq*.

Iris. p. 413. n. 1449.

Judicium *de magnitudine Solis & Lunæ prope*
horizontem. p. 360. n. 1256.

Jupiter. p. 438. n. 1555.

hujus densitas. p. 516. n. 1880.

- - - *figura*. p. 551. n. 1997.

- - - *phænomena*. p. 454. n. 1617. & *seq*. p.
464. n. 1665.

I N D E X

bujus pondus. p. 516. n. 1877.
 - - - *vis in Martem.* p. 524. n. 1902.
 - - - *vis in Saturnum.* p. 522. n. 1895.
gravitas in bujus superficie. p. 516. n. 1880.

L.

Laminæ elasticae motus. p. 155. n. 497.
 - - - - - productio. p. 154. n. 493.
Laminarum tenuium affectiones. p. 419. n. 1466.
 & seq.
Lapides varii calcinati lucent. p. 283. n. 935.
Latitudo Corporis cælestis. p. 449. n. 1598.
 - - - - - loci. p. 472. n. 1716.
Latitudinis circulus. p. 472. n. 1717.
Leges naturæ. p. 3. n. 5. p. 13. n. 38. p. 52. n. 174. p. 53. n. 176. p. 55. n. 180. p. 490. n. 1811. & seq.
Lens vitrea. p. 341. n. 1184.
 - - - *objectiva.* p. 370. n. 1286.
 - - - *ocularis.* ibid.
Lentium affectiones. p. 342. n. 1188. & seq.
Libra. p. 26. n. 94. & seq.
Ligamenta ciliaria. p. 350. n. 1216.
Lignum lucidum. p. 297. n. 997.
Linea celerrimi descensus. p. 75. n. 251.
Liquefacta Corpora. vide Fusio.
Locus. p. 17. n. 50.
 - - - - *relativus.* p. 17. n. 52.
 - - - - *verus.* p. 17. n. 51.
Longitudo Corporis cælestis. p. 449. n. 1597.
 - - - - - loci. p. 473. n. 1720.
Lucidum Corpus. p. 281. n. 926. p. 283. n. 933. p. 310. n. 1055.

Lu.

R E R U M.

Lumen. p. 281. n. 926. & seq. p. 309. & seq.

- - - - *diversimodè afficitur à variis Corporibus.* p. 321. n. 1094. & seq.

Luminis *celeritas in variis mediis.* p. 319. n. 1089

- - - - *Inflexio.* p. 312. n. 1064. & seq.

- - - - *Motus.* p. 309. n. 1052.

- - - - *Radius.* vide Radius.

- - - - *Reflexio.* vide Reflexio.

- - - - *Refractio.* vide Refractio.

Luna. p. 439. n. 1560. & seq. p. 441. n. 1570. p. 457. n. 1628. & seq.

Lunæ *Densitas.* p. 516. n. 1882. p. 567. n. 2073. & seq.

- - - - *Eclipsis.* p. 459. n. 1640. & seq.

- - - - *Figura.* p. 569. n. 2078. & seq.

- - - - *Gravitas in superficie.* p. 516. n. 1880. p. 568. n. 2076.

- - - - *Lumen.* p. 284. n. 936.

- - - - *Motus explicatio Pbyfica.* p. 527. n. 1912. & seq.

- - - - *Pbænomena.* p. 457. n. 1628. & seq. p. 467. n. 1685. & seq.

- - - - *Pondus.* p. 516. n. 1877. p. 568. n. 2075.

Lunatio. p. 458. n. 1631.

M.

Machinæ *simplices.* p. 25. n. 92. p. 31. n. 118. p. 35. n. 127. p. 37. n. 133. p. 39. n. 140. & seq.

- - - - *compositæ.* p. 41. n. 145. & seq.

- - - - *variæ quarum effectus ab aëre pendent.*

I N D E X

- dent.* p. 257. n. 818. & seq.
Machinarum Indices. vide Indices.
 *usus.* p. 76. n. 252. & seq.
Maculae albicantes in caelis. p. 489. n. 1810.
Magnitudo apparens. p. 360. n. 1254.
Maris Aestus. p. 559. n. 2037. & seq.
 *ab actione Lunae & Solis deriva-*
tur. p. 558. n. 2036. & seq.
Mars. p. 438. n. 1554.
Martis Phaenomena. p. 454. n. 1617. & seq.
 p. 464. n. 1665.
Massa. p. 112. n. 375.
Materia caelestis est subtilissima. p. 507. n.
 1859.
 *non movet Corpora.* p. 506. n. 1858.
Materiae divisibilitas. vide Divisibilitas.
 *quantitates in Planetis.* p. 516. n.
 1877.
Medium Luminis. p. 314. n. 1069.
Meniscus. p. 341. n. 1184.
Mensis lunaris periodicus. p. 457. n. 1630.
 *synodicus.* p. 458. n. 1631.
Mensura virtutum ex harum generum. p. 110. n.
 364. & seq.
Mercurius. p. 437. n. 1551.
Mercurii phaenomena. p. 450. n. 1604. &
 seq.
Meridiana linea. p. 470. n. 1695.
Meridiani. p. 464. n. 1670. & seq. p. 472.
 n. 1713.
Meridianus Primus. p. 473. n. 1719.
Metallorum mixtura. p. 179. n. 581. & seq.
Meteora ignea. p. 303. n. 1024.
Microscopium. p. 369. n. 1280. & seq.

Mi.

R E R U M.

Microscopium *compositum magis amplificat.* p. 370. n. 1285.

Minutum. p. 477. n. 1744.

Mobile *est Corpus.* p. 4 n. 12.

Molle *Corpus.* p. 12. n. 34.

Motus. p. 17. n. 49.

- - - - *acceleratus.* p. 57. n. 184.

- - - - *apparens.* p. 444. n. 1578. p. 446. n. 1583. & *seq.*

- - - - *compositus.* p. 54. n. 179. p. 137. n. 454. & *seq.*

- - - - *continuatio.* p. 52. n. 174.

- - - - *directio.* p. 18. n. 60.

- - - - *diurnus.* p. 464. n. 1667. p. 465. n. 1673.

- - - - *fluidorum.* *vide* Fluidorum.

- - - - *gravium.* p. 57. n. 186. & *seq.*

- - - - *in antecedentia.* p. 436 n. 1540.

- - - - *in consequentia.* p. 436. n. 1539.

- - - - *leges.* p. 52. n. 174. p. 53. n. 176. p. 55. n. 180.

- - - - *Luminis.* *vide* Luminis.

- - - - *relativus.* p. 17. n. 53.

- - - - *resolutio.* p. 139. n. 458.

- - - - *retardatus.* p. 57. n. 185.

- - - - *verus.* p. 17. n. 53.

Mundi *Poli.* *vide* Poli.

Myops. *vide* Oculorum.

N.

Nadir. p. 470. n. 1694.

Nervus *opticus.* p. 351. n. 1216.

Nigra *Corpora citius aliis incalescunt.* p. 428. n. 1499.

I N D E X

Nodi *Planetarum*. p. 435. n. 1534.
 Nodorum *linea*. p. 435. n. 1535.
 Novilunium. p. 458. n. 1635.
 Nubeculæ *duæ in Cælis*. p. 488. n. 1806.
 Nubes *quomodo efficiantur*. p. 299. n. 1008.

O.

Occasus *Siderum*. p. 469. n. 1692.
 Occidens. p. 470. n. 1700.
 Octava. *vide Consonantiæ*.
 Oculi *constructio*. p. 349. n. 1216.
 Mutationes in Oculo. p. 354. n. 1231.
 Oculorum *Myopum vitium corrigitur* p. 367.
 n. 1276. & *seq.*
 - - - - - *senum vitium corrigitur*. p. 366. n.
 1275.
 Opacitas. p. 395. n. 1384.
 Opacum *Corpus*. p. 310. n. 1057.
 Oppositio *Corporum cælestium*. p. 449. n. 1603.
 Oriens. p. 470. n. 1699.
 Ortus *Siderum*. p. 469. n. 1691.
 Oscillatio *Pendulorum*. *vide Pendulum*.
 Oscillationis *centrum*. *vide Centrum*.

P.

Parabola. p. 86. n. 280. & *seq.*
 Parallaxis *Siderum*. p. 471. n. 1704. & *seq.*
 - - - - - *annua*. p. 486. n. 1793.
 Partium *subtilitas*. *vide Subtilitas*.
 Pellucidum *Corpus*. p. 310. n. 1056.
 Pendulum. p. 65. n. 211. & *seq.*
 - - - - - *compositum*. p. 69. n. 225.
 Penumbra. p. 462. n. 1653.

Per.

R E R U M.

- Perceptiones *respondent motibus Nervorum.* p.
 268 n. 858. p. 352. n. 1220.
 Percussio *Corporum.* p. 119. n. 399. & seq.
 - - - - *Corporum durorum.* p. 120. n. 406.
 - - - - *Corporum elasticorum.* p. 132. n. 441.
 & seq.
 - - - - *Corporum mollium.* p. 121. n. 415.
 & seq.
 - - - - *composita.* p. 145. n. 470.
 - - - - *directa.* p. 119. n. 402.
 - - - - *obliqua.* p. 120. n. 404. p. 142. n.
 465. & seq.
 Perihelia *Planetarum.* p. 435. n. 1529.
 Phænomena *naturalia.* p. 1. n. 2.
 Phosphorus *Urinæ.* p. 293. n. 971.
 - - - - *in vacuo.* p. 307. n. 1043.
 Physica. p. 2. n. 4.
 Pila *Æoli.* vide *Æoli.*
 Planetæ. p. 433. n. 1520.
 - - - - *inferiores.* p. 439. n. 1557.
 - - - - *primarii.* p. 434. n. 1521. 1523. & seq.
 - - - - *secundarii.* p. 434. n. 1522. p. 439.
 n. 1558. & seq.
 - - - - *superiores.* p. 439. n. 1557.
 Planetarum *densitates.* p. 516. n. 1882.
 - - - - *dimensiones.* p. 441. n. 1568.
 - - - - *distantiæ.* p. 437. n. 1551. & seq.
 - - - - *figuræ determinantur.* p. 550. n.
 1992. & seq.
 - - - - *motuum explicatio physica.* p. 519.
 n. 1886.
 - - - - *inferiorum phænomena.* p. 450. n.
 1604. & seq.
 - - - - *secundariorum distantia.* p. 439.

I N D E X

- n. 1560. p. 440. n. 1564. & seq.
 Planetarum *secundariorum phænomena*. p. 456.
 n. 1623.
 - - - - - *superiorum phænomena*. p. 454. n.
 1617. & seq.
 Planum *inclinatum*. p. 50. n. 169. & seq.
 - - - - - *super eo descensus*. p. 61. n.
 198. & seq.
 Plenilunium. p. 458. n. 1636.
 Pluvia. p. 300. n. 1008.
 Polares *circuli*. p. 467. n. 1684. p. 472. n.
 1712.
 Polus *Antarcticus*. p. 466. n. 1683.
 - - - *Arcticus*. *ibid.*
 Poli *Altitudo*. *vide* *Altitudo*.
 - - *Eclipticæ*. p. 449. n. 1599.
 - - *Mundi*. p. 464. n. 1666.
 - - *Planetæ*. p. 437. n. 1546.
 Pondus *Corporis*. p. 24. n. 86.
 Potentia. p. 18. n. 61. & seq.
 - - - - *directa*. p. 44. n. 155.
 - - - - *obliqua*. p. 45. n. 156. & seq.
 Præcessio *Æquinoctiorum*. *vide* *Æquinoctio-*
rum.
 Pressio. *vide* *Potentia*. *vide etiam* p. 104.
 n. 339. & seq.
 - - - - *differt à vi*. p. 108. n. 358. & seq.
 Projectio *gravium*. p. 85. n. 278. & seq.
 Puncta *quietis in chordis agitatæ*. p. 277. n.
 902. & seq.
 Pupilla. p. 350. n. 1216.
 Pyrobolorum *motus*. p. 288. n. 952.

R E R U M.

Q.

Quarta. *vide* Consonantiæ.

Quinta. *vide* Consonantiæ.

R.

Radians *punctum*. p. 328. n. 1114.

Radius *Luminis*. p. 310. n. 1054.

- - - - *incidens*. p. 317. n. 1077.

- - - *reflexus*. p. 377. n. 1309.

- - - - *refractus*. p. 317. n. 1078.

Radii *convergentes*. p. 328. n. 1119.

- - - - *directi*. p. 329. n. 1123.

- - - - *divergentes*. p. 327. n. 1113.

- - - - *beterogenei*. p. 399. n. 1403.

- - - - *homogenei*. p. 399. n. 1402.

- - - - *obliqui*. p. 329. n. 1123.

- - - - *non mutantur Refractione, aut Reflexione*. p. 406. n. 1425. & seq.

- - - - *per curvas in aëre moventur*. p. 460. n. 1649.

Radiatorum *Color*. p. 404. n. 1416. & seq.

- - - - *Refrangibilitas. vide* Refrangibilitas.

Reactio. p. 55. n. 180. & seq.

Reflexio *luminis*. p. 376. n. 1307. & seq.

- - - - *soni*. p. 278. n. 905. & seq.

- - - - *undæ*. p. 217. n. 690. & seq.

Refractio *luminis*. p. 314. n. 1069. & seq.

- - - - *fiderum*. p. 471. n. 1708. & seq.

Refrangibilitas *diversa in variis radiis*. p. 398. n. 1400.

- - - - *in singulis constans est*. p. 405. n. 1424.

- - - - *quo major est, eo facilius radit*
re-

I N D E X

- reflectuntur* p. 410. n. 1437.
Refrangibilitas diversa est in particulis diversorum Corporum. p. 322. n. 1096. & seq.
Regulæ philosophandi. p. 3. n. 6. & seq.
 - - - - *de Collisione Corporum elasticorum.* p. 136. n. 448. & seq.
Repulsio partium. p. 14. n. 40.
Res naturales. p. 1. n. 1.
Resistentia. vide *Reactio.*
 - - - - - *fluidorum.* vide *Fluidorum.*
Retardatio gravium. p. 59. n. 193. p. 64. n. 209.
 - - - - - *Corporum in Fluidis motorum.* p. 234. n. 744. & seq.
 - - - - - *Corporis in Fluido ascendentis aut descendentis.* p. 239. n. 767. & seq.
 - - - - - *penduli in Fluido.* p. 240. n. 772. & seq.
Retina. p. 351. n. 1216.
Rotæ dentatæ. p. 42. n. 149.

S.

- S***agitta Chordæ flexæ.* p. 147. n. 475.
Satellites. vide *Planetæ secundarii.*
Saturnus. p. 438. n. 1556.
Saturni annulus. vide *Annulus.*
 - - - - *densitas.* p. 516. n. 1882.
 - - - - *gravitas in superficie.* p. 516. n. 188a.
 - - - - *phænomena.* p. 454. n. 1617. & seq.
 - - - - *pondus.* p. 516. n. 1877.
 - - - - *vis in Fovem.* p. 523. n. 1899.
Sclerotica. p. 349. n. 1216.
Sectio Fluminis. vide *Fluminis.*
Sensus per se nihil docent. p. 352. n. 1223.
Se-

R E R U M.

Sesquiditonus. *vide* Consonantiæ.

Signa Zodiaci. *vide* Zodiacus.

Sol. p. 437. n. 1550.

Solis *densitas*. p. 516. n. 1882.

- - - *Eclipsis*. p. 459. n. 1639. 1641. 1643.
p. 461. n. 1652. & *seq.*

- - - *gravitas in superficie*. p. 516. n. 1880.

- - - *longitudo*. p. 448. n. 1596.

- - - *phænomena*. p. 447. n. 1589. & *seq.*

- - - *pondus*. p. 516. n. 1877.

Soliditas *Materiæ*. p. 4. n. 10. p. 6. n. 16.

Solida *elastica*. p. 158. n. 505. & *seq.*

- - - *Fluidis immersa*. p. 172. n. 551. & *seq.*

Solidorum *densitates*. p. 178. n. 578.

Solstitia. p. 479. n. 1756.

Sonus. p. 268. n. 857. & *seq.*

Soni *celeritas*. p. 271. n. 870. & *seq.*

- - - *intensitas*. p. 273. n. 878. & *seq.*

Spatium. *vide* Vacuum.

Specula *conica*. p. 393. n. 1379.

- - - *cylindrica*. *ibid.*

- - - *plana*. p. 383. n. 1329. & *seq.*

- - - *sphærica*. p. 384. n. 1334.

- - - *sphærica cava*. p. 387. n. 1350. & *seq.*

- - - *sphærica convexa*. p. 385. n. 1338.

& *seq.*

Sphæra *obliqua*. p. 474. n. 1724.

- - - *parallela*. p. 473. n. 1723.

- - - *recta*. p. 476. n. 1737.

Statera *composita*. p. 42. n. 147.

- - - *Romana*. p. 28. n. 104.

Stellæ *fixæ*. p. 433. n. 1517. p. 486. n. 1794.

- - - *informes*. p. 488. n. 1801.

- - - *nebulosæ*. p. 488. n. 1803.

Sub,

I N D E X

Subtilitas *partium*. p. 10. n. 26. & seq.
 Suspensionis *puncta*. p. 26. n. 97.
 Systema *planetarium*. p. 483. n. 1516.
 - - - - - *bujus explicatio physica*. p. 519. n.
 1886. & seq.
 Syzygiæ. p. 458. n. 1637.

T.

Telescopium. p. 372. n. 1293. & seq.
 - - - - - *Astronomicum* ibid. n. 1294.
 - - - - - *rebus terrestribus videndis aptum*.
 p. 373. n. 1299. p. 374. n. 1303.
 - - - - - *catoptricum*. p. 394. n. 1380.
 Telescopia *quare sunt minus perfecta*. p. 409.
 n. 1436.
 Tellus. p. 438. n. 1553.
 Telluris *densitas*. p. 516. n. 1882.
 - - - - - *diameter*, p. 441. n. 1569. p. 552.
 n. 2004.
 - - - - - *figura*. p. 551. n. 1998. & seq.
 - - - - - *gravitas in superficie*. p. 516. n. 1880.
 - - - - - *motus*, & *ex eo phænomena*. p. 447.
 n. 1589. & seq. p. 464. n. 1669. p. 484.
 n. 1786. & seq.
 - - - - - *motus Axeos explicatio physica*. p. 556.
 n. 2022. & seq.
 - - - - - *phænomena*. p. 469. n. 1689. & seq.
 - - - - - *pondus*. p. 516. n. 1877.
 Tempestates *annuæ*. p. 483. n. 1779. & seq.
 Tempus. p. 17. n. 54.
 - - - - - *medium*. p. 478. n. 1746.
 - - - - - *relativum*. p. 18. n. 56.
 - - - - - *verum*. ibid. n. 55.
 Terra. *vide* Tellus.

Ther-

R E R U M.

Thermometrum *an indicat gradum caloris?* p. 285. n. 941.

Tonus. p. 274. n. 884. & seq.

Torricellianus *tubus. vide* Tubus.

Trochlea. p. 25. n. 92. p. 36. n. 130. & seq. p. 80. n. 263. & seq.

Tropici. p. 466. n. 1682. p. 472. n. 1712.

Tuba *Stentorea.* p. 278. n. 907.

Tubus *Torricellianus.* p. 247. n. 787.

Tubi *communicantes.* p. 167. n. 533.

V.

Vacuum *possibile est.* p. n. 15. 16.
- - - - - *datur.* p. 502. n. 1849. & seq.

Vacui *proprietates.* p. 7. n. 17. & seq.

Vapor. p. 255. n. 810. p. 287. n. 949. & seq.

Vectis. p. 31. n. 118. & seq. p. 82. n. 270. & seq.

- - - *compositus.* p. 41. n. 147.

Velocitas. p. 18. n. 57.

- - - - - *respectiva.* p. 119. n. 399. & seq.

Venti *velocitas.* p. 272. n. 875.

Venus. p. 437. n. 1552.

- - - - - *hujus phenomena.* p. 450. n. 1604. & seq. p. 464. n. 1665.

Vesper. *vide* Crepusculum.

Via *lactea.* p. 488. n. 1804. & seq.

Vibrationes *Chordæ tensæ.* p. 149. n. 482. & seq.

- - - - - *Laminæ elasticæ.* p. 155. n. 495. & seq.

- - - - - *Pendulorum. vide* Pendulum.

Vis *infitæ.* p. 4. n. 12. p. 53. n. 175. p. 102. n. 331. & seq. Vi.

I N D E X

- Vites centrales. vide Centrales.*
Virium comparatio. p. 112. n. 375. & seq.
 *destructio.* p. 116. n. 388. & seq. p.
 121. n. 412. & seq.
 *differentia à Pressionibus. vide Pressio.*
 *genesis.* p. 104. n. 339. & seq.
 *mensura.* p. 110. n. 364. & seq.
Virus. p. 352. n. 1220. & seq.
Visu quomodo judicemus de distantia. p. 359.
 n. 1250. & seq.
 *de magnitudine.* p.
 360. n. 1254. & seq.
Vitio per vitra. p. 361. n. 1257. & seq.
Vitreus humor. vide Humor.
Vitrum causticum. p. 347. n. 1210.
 *lucidum ex attritu.* p. 289. n. 956.
 p. 290. n. 959. & seq.
Unda in fluidi superficie. p. 217. n. 687. & seq.
 *in Aëre.* p. 260. n. 823.
Undæ latitudo. p. 217. n. 688.
 *motus, reflexio &c.* p. 217. n. 689. & seq.
Unisonus. vide Consonantiæ.
Universum. p. 1. n. 1.
Urinæ Phosphorus. vide Phosphorus.
Ufus Machinarum. vide Machinarum.
Uvea tunica. p. 350. n. 1216.

Z.

- Z**enit. p. 469. n. 1693.
Zodiacus. p. 449. n. 1600.
Zodiaci signa. p. 448. n. 1592. p. 487. n.
 1796.
Zonæ. p. 480. n. 1760. & seq.

F I N I S.



